Nº4 • AGOSTO 1998 • 350 PTAS.

Newton

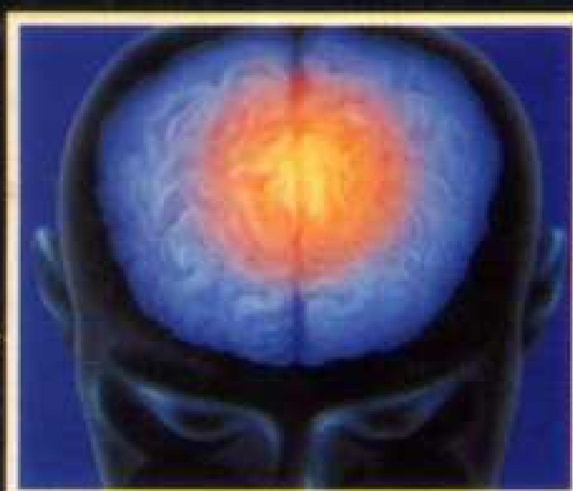
SIGLO XXI

El espectáculo de la ciencia



TRAS LAS HUELLAS DEL ORO ROJO

Los secretos de la sangre, el líquido que nos da la vida



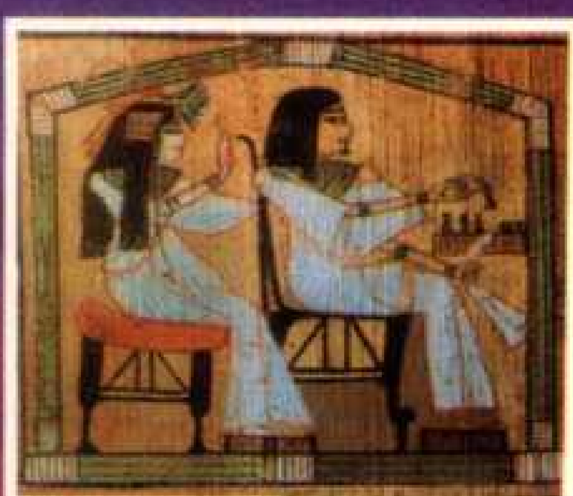
APRENDER A PENSAR

Instrucciones para usar mejor el cerebro



LA CIENCIA DE VELÁZQUEZ

El gran enigma de 'Las Meninas', al descubierto



JAQUE AL FARAÓN

Los juegos de mesa en la Antigüedad



¿Estamos solos en el universo?

Los últimos proyectos científicos para encontrar vida extraterrestre





Búsqueda de inteligencia extraterrestre

*Luis Ruiz de Gopegui**

Desde el año 1961 diversos radiotelescopios del mundo entero (EEUU, Rusia, Reino Unido, Francia, Australia, Argentina, etc.) vienen dedicando una pequeña parte de su tiempo de observación a escudriñar todos los rincones del universo, intentando detectar cualquier mensaje radioeléctrico que pueda interpretarse como procedente de alguna civilización de un mundo lejano. Simultáneamente, en contadas ocasiones, también se han enviado desde estos radiotelescopios mensajes codificados dirigidos a estrellas lejanas con la esperanza de que alguna civilización extraterrestre llegue a recibirlos y así tenga noticias de nuestra existencia.

En 1992, coincidiendo con el quinto centenario del descubrimiento de América, este proyecto de búsqueda de inteligencia extraterrestre (SETI) alcanzó su máxima actividad, cuando la NASA puso en funcionamiento nuevos equipos mucho más potentes y sofisticados que los que se habían utilizado hasta entonces. Sin embargo, dos años después, debido a dificultades presupuestarias, la NASA tuvo que interrumpir sus investigaciones en este campo, porque no se consideró rentable invertir fondos en un proyecto con tan pocas probabilidades de éxito.

Sin embargo, a pesar de haber perdido el apoyo de la NASA, las investigaciones SETI continúan aunque a un ritmo menor, financiadas por diversas fundaciones privadas como la 'Sociedad Planetaria' y otras.

Es preciso reconocer que hasta la fecha, después de 37 años de escucha, no se ha recibido ningún mensaje que claramente pueda interpretarse como de origen extraterrestre. Sin embargo, teniendo en cuenta lo auténticamente casual que sería captar una señal de este tipo, no debe extrañar que los investigadores dedicados a esta búsqueda no se hayan desanimado y continúen trabajando con gran entusiasmo, esperando que en cualquier momento pueda producirse el deseado contacto, que sin duda sería el descubrimiento más importante en la historia de la Humanidad.

La búsqueda de inteligencia extraterrestre por medios radioeléctricos es a corto y medio plazo el único método que puede ayudarnos a contestar la desconcertante pregunta: ¿estamos solos en el universo? Con independencia de la tecnología que se utilice, la física moderna enseña que los viajes interestelares son extraordinariamente costosos (en términos energéticos) o demasiado lentos, por eso es impensable mandar una nave tripulada en busca de civilizaciones extraterrestres y sería extraordinariamente improbable que una de estas civilizaciones lejanas lo hiciera para visitar nuestro planeta.

Por tanto, y por el momento, nuestra única esperanza está en el SETI, porque transmitir señales radioeléctricas a distancias estelares es muy barato, aunque evidentemente la probabilidad de éxito es extraordinariamente baja.

**Físico, autor de varios libros y numerosos artículos sobre el tema. Ha colaborado con los programas de la NASA durante 30 años.*

Newton
El espectáculo de la ciencia SIGLO XXI

AGOSTO 1998. AÑO 1 - N. 4
REVISTA MENSUAL DE CIENCIA Y CULTURA
PRADILLO, 42. TELF.: 586 43 09-25. FAX: 586 43 14. E-MAIL: NEWTON@EL-MUNDO.ES

Editor:
Juan Carlos Laviana

Director:
Antonio Romero

Coordinación:
Francisco Rego y José Luis Ortega

Director de Arte:
Luis M. Turnes

Redacción:
Gema Sánchez Navas, Pilar Grosso, Ana Goñi y Lorena Ruano y Luis Piña (Diseño)

Colaboradores:
Paloma Casado, José Manuel Vidal, Santiago Escalada, Beatriz Paredes, Alberto Luchini, Crsitian Batalli, Manuel Rampulla, Ana Marta Moreno, Andrea Frova, Ángel del Campo, Sergio Piccione, Alberto Oliveiro, Alberto de las Fuentes, Josep M. Escofet, Rita Lena y Javier Ibáñez (Infografía)

Exclusiva de publicidad:
Publiespaña S.A.
Mar Moreno (Directora de Publicidad)
Plaza Plablo Ruiz Picasso, s/n
Torre Picasso, Planta 14
Telf.: 91/394 05 69

Marketing:
Juan Carlos Durán

Producción:
Juan Morales

Fotomecánica:
Gama Color

Imprime:
Rotedic

Distribuye:
Unidad Editorial

Depósito Legal:
M-11659-1998

Edita:
Ediservicios M-2000
Pradillo, 42
Telf.: 586 43 10-25
Fax: 586 43 14

Administrador único:
Juan M. González Díaz

Coordinador General:
Jaime Gutiérrez-Colomer

Ediservicios M-2000 es una sociedad del Grupo **Unidad Editorial**

Presidente:
Alfonso de Salas

Director Editorial:
Pedro J. Ramírez

Director General:
Balbino Fraga

Director Gerente:
Antonio Fernández-Galiano

Director Comercial:
Alejandro de Vicente

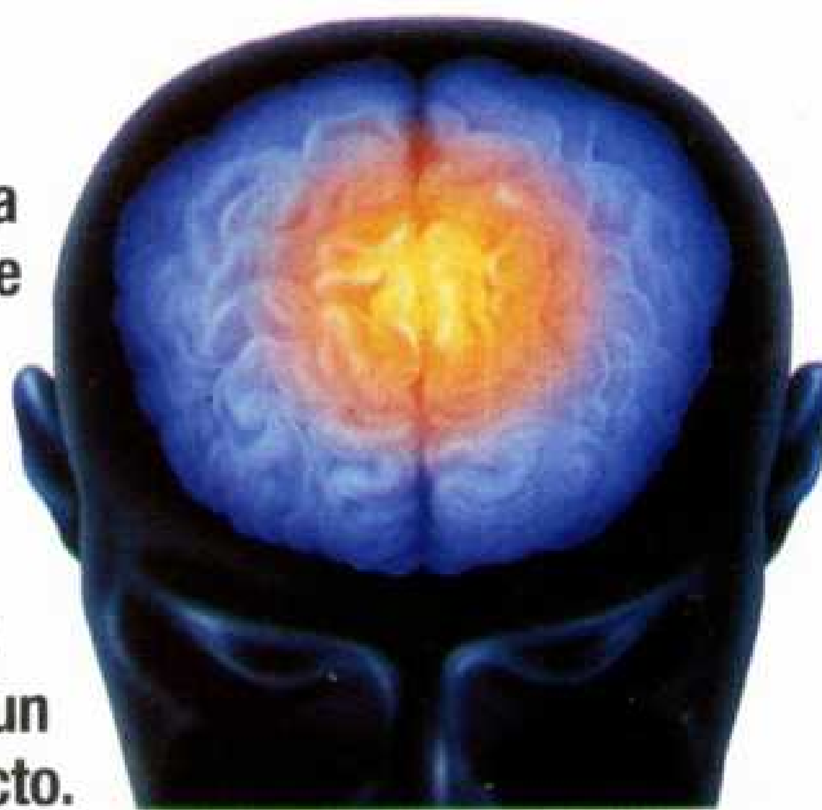
En colaboración con
RCS Periodici S.p.A.
Newton
Newton Press Inc. Japan.
Newton publica en exclusiva para España textos, fotos e ilustraciones de los mensuales *Newton* editados en Japón e Italia.

Para suscribirse a Newton, consultar páginas 142-143
El nombre 'Newton' es una cortesía de Apple Computer, Inc.









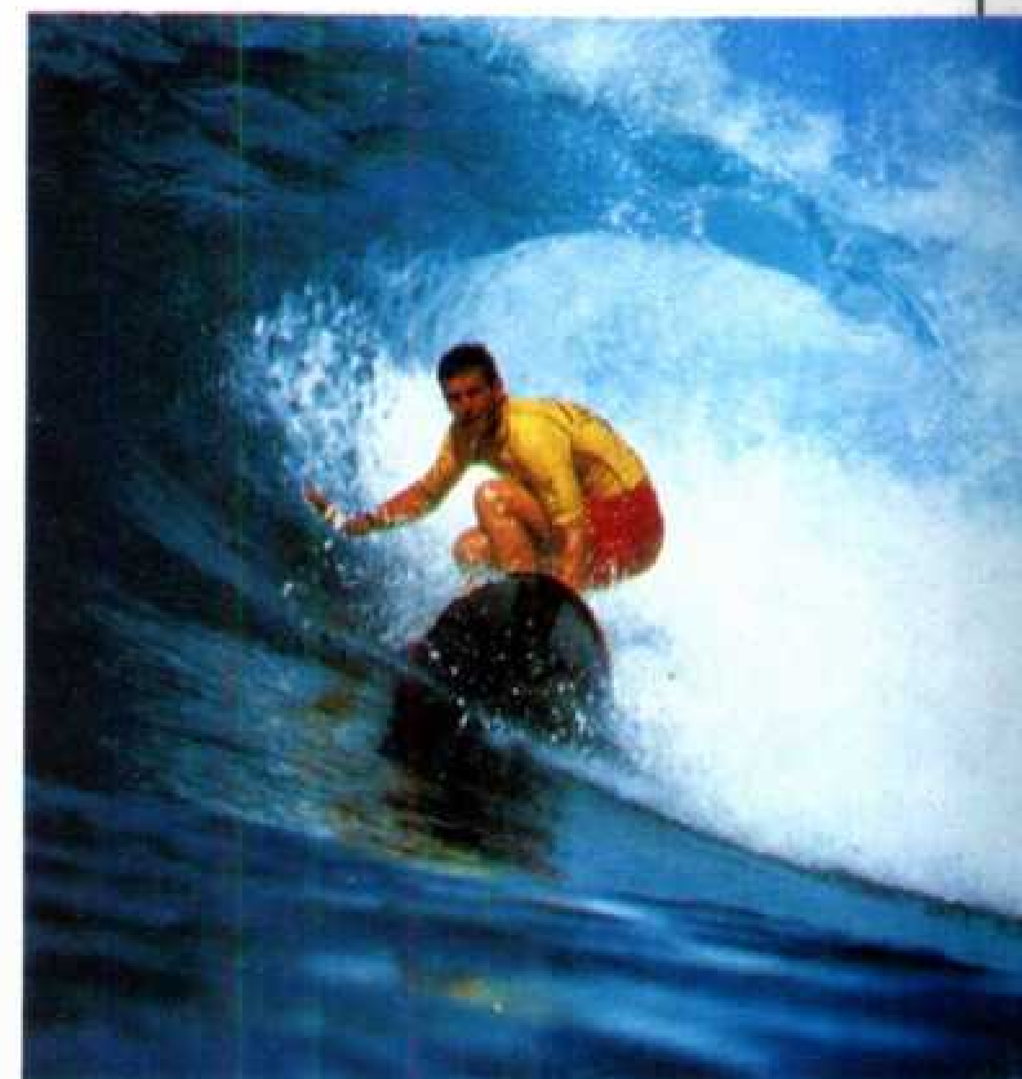
Dic, 6, 1998.

Teléfono de atención al lector y suscripciones: 902 363 902

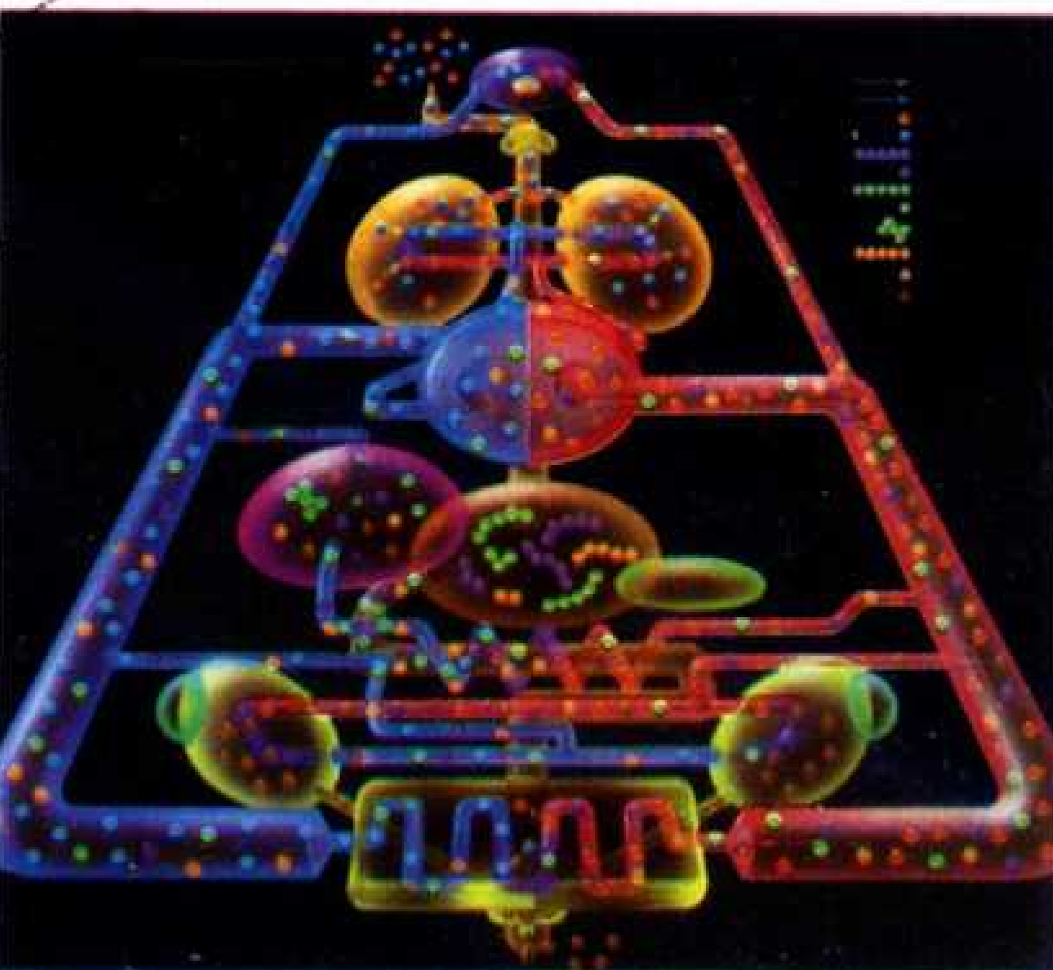
sumario

SECCIONES









LOS DIABÉTICOS PODRÁN INHALAR INSULINA en lugar de inyectársela si se confirman los resultados obtenidos por un estudio realizado en Estados Unidos. Pese a todo habrá que esperar tres años hasta que puedan recetarlo los médicos.

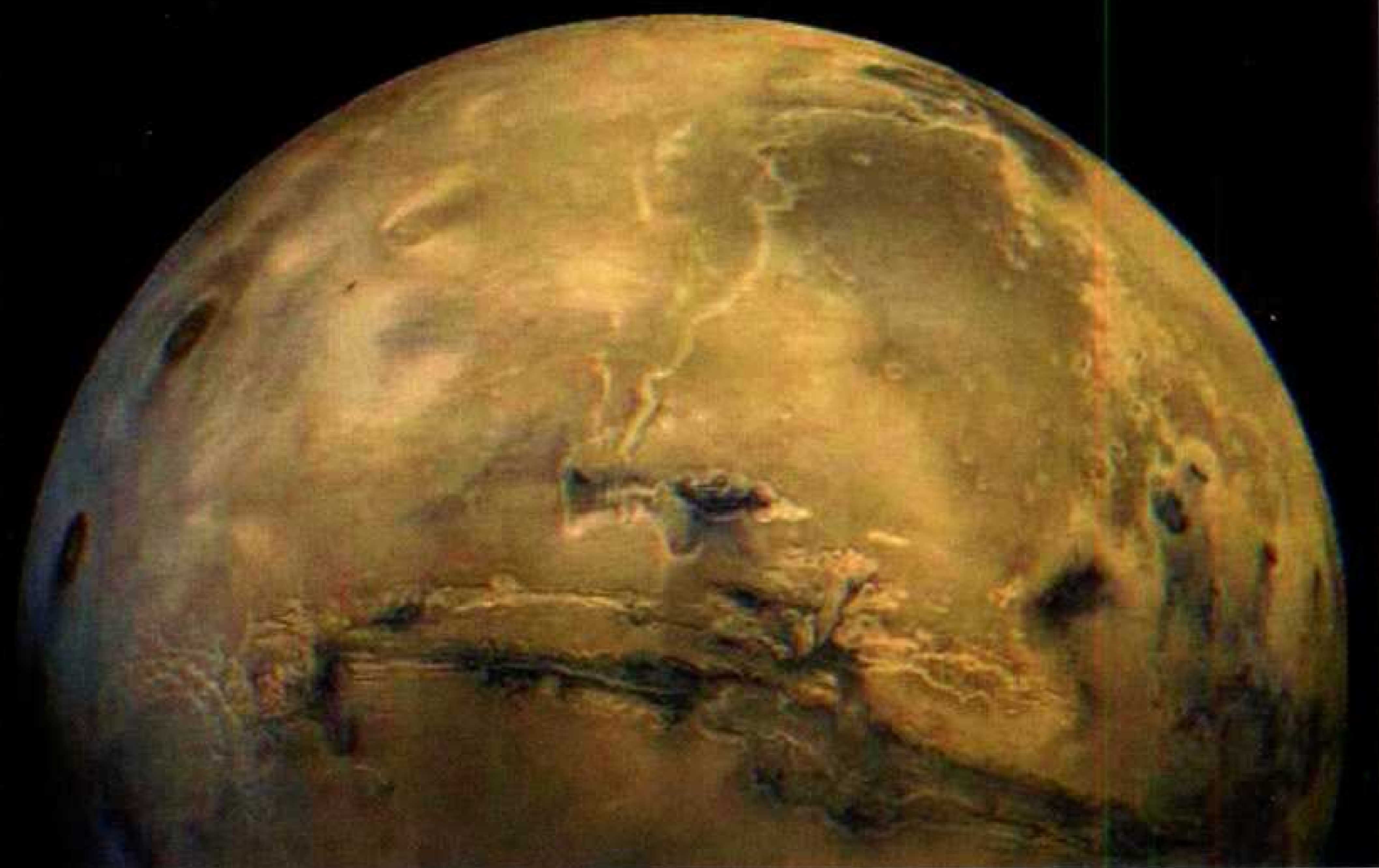


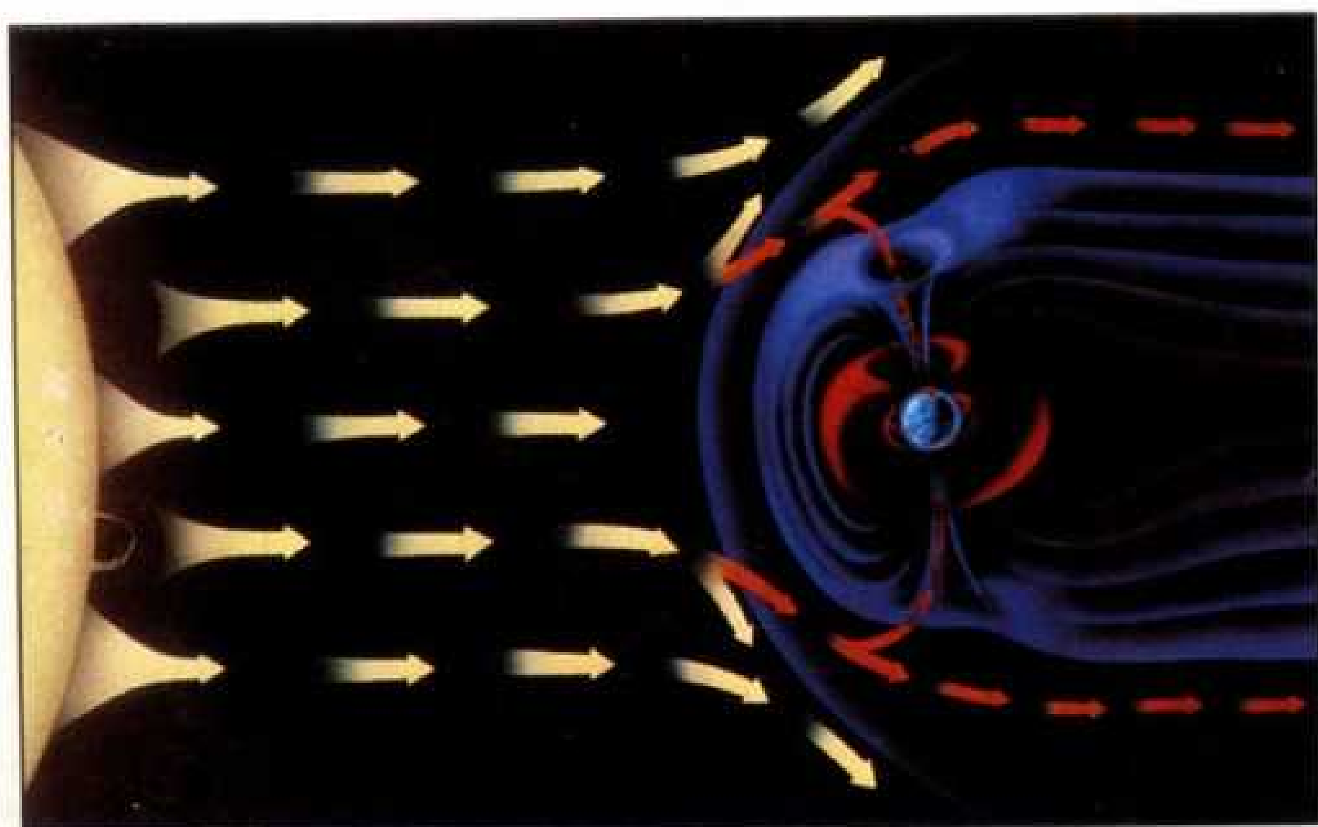
Los científicos buscan esperma congelado para crear mamuts

Como anunció *Newton* en su número uno, es más que factible que los mamuts renazcan del frío y vuelvan a poblar la tierra. Según informábamos en aquel reportaje, un grupo de investigadores, comandados por el japonés Kazufumi Goto de la universidad de Kagoshima, intentaba conseguir en Siberia restos de mamuts congelados con los que resucitar, tras un selectivo cruce con elefantes, a una especie desaparecida hace más de 10.000 años. Según Goto, es factible conseguir un ejemplar de mamut a partir del esperma congelado de un antepasado u después inyectándolo en elefantes. Este mes, por fin, la expedición de científicos japoneses, rusos y británicos que buscan el esperma congelado se ha puesto en marcha hacia la república siberiana de Sakha, donde el ruso Pyotr Lazarev ha encontrado restos de mamut en perfecto estado de conservación.

En Marte hubo vida hace 4.000 millones de años

Las informaciones enviadas por la sonda 'Pathfinder' desde Marte continúan desvelando secretos. Un primer análisis de los datos indica que en el pasado fue un planeta con un clima templado y presencia abundante de agua, lo que aumenta las esperanzas de encontrar algún vestigio de vida, según ha anunciado la NASA. Sin embargo, habría que remontarse más de 4.000 millones de años para encontrar ese paisaje tan alejado de las imágenes enviadas por las disitintas sondas espaciales que se han enviado a estudiar la superficie del 'planeta rojo'. Curiosamente, en ese largo periodo de tiempo la superficie marciana apenas ha registrado cambios apreciables. Las causas por las que derivó en un escenario tan desolado y agreste son un misterio para los científicos que esperan obtener más datos con la misión japonesa en marcha y la norteamericana prevista para final de año.





El satélite Soho cumple su misión y desaparece

El satélite de observación solar Soho (Solar and Heliospheric Observatory), lanzado en 1.995, perdió contacto con la Tierra, según anunciaron en la Agencia Espacial Europea (ESA), copartícipe en el proyecto junto a la Agencia Espacial Norteamericana (NASA). Antes de su desaparición, y durante más de dos años, desde las primeras informaciones remitidas el 12 de abril de 1.996, ha rendido grandes servicios. Un reciente informe de los investigadores ingleses del Rutherford Apleton Laboratory indica que el Soho ha revelado una fuerte actividad en la superficie solar, que aumentará en los próximos dos años.

El satélite se encontraba en órbita solar a 1,5 millones de kilómetros de la Tierra, en observación permanente del Sol, cuando perdió su orientación correcta. Aunque tanto la ESA como la NASA no descartan recuperar el contacto, las posibilidades de hacerlo son mínimas.

El parque de atracciones espacial, pendiente de financiación

Pilotar un robot en la Luna pronto será posible, si una empresa de Virginia consigue realizar su proyecto de parque de atracciones espacial. La empresa Luna Corp de Arlington, muy cerca de Washington, busca financiación para colocar robots teledirigidos en nuestro satélite. Cada uno llevará incorporada una videocámara para captar panorámicas de la superficie del satélite. En la Tierra, unos cuantos afortunados podrán guiar el vehículo, mientras otros clientes se acomodarán en una tarima móvil que seguirá los movimientos del robot. Por lo tanto, sus ocupantes sentirán exactamente las sensaciones de una persona que estuviese en el suelo lunar. La intención de la empresa es colocar en la Luna dos robots, alimentados por energía solar, en el año 2.000, siempre que encuentre los 100 millones de dólares (15.000 millones de pesetas) necesarios para el proyecto.

EL SECRETO DE LA LONGEVIDAD se encuentra en el cariño. Científicos de la universidad romana La Sapienza han comprobado que las posibilidades de alargar la vida aumentan si los ancianos reciben besos y caricias de sus familiares.



La lecitina recupera la memoria

Hace años que los científicos descubrieron que la lecitina de soja es rica en fosfatidilserina, un fosfolípido que se encuentra en el cerebro humano y que juega un papel determinante como componente de las membranas neuronales. La compañía alemana Lucas Meyer lanza en España la *Leci-PS*, un complemento alimenticio a base de fosfatidilserina extraída de la soja que, desde su comercialización hace cuatro años en Estados Unidos, se ha mostrado muy eficaz para mejorar la capacidad cognitiva y memorística de las personas. Está comprobado que, a partir de los 45 años, las facultades de aprendizaje y memorización disminuyen. Se estima que 13 millones de personas pueden padecer disfunciones de la memoria en España.

Australia prohíbe el tráfico de caballitos de mar

Buenas noticias para los caballitos de mar. Hace unos meses que en Australia comenzaron a realizarse controles severos para impedir su exportación, una actividad que estaba poniendo en peligro su supervivencia y el de otras especies. Las nuevas normas contemplan la concesión de permisos de venta sólo para ejemplares criados o capturados en operaciones autorizadas. Existe una fuerte demanda de hipocampos y de otros animales similares para el comercio de los acuarios y para la medicina tradicional asiática, en especial para la producción de afrodisiacos. Según algunas estimaciones, en los 18 meses últimos han sido exportados desde Australia más de 150.000 ejemplares. «Con más de la mitad de las 220 especies conocidas en el mundo viviendo en nuestras aguas, Australia tiene una responsabilidad ineludible para asegurar su supervivencia», declaró Robert Hill, ministro australiano de Medio Ambiente.

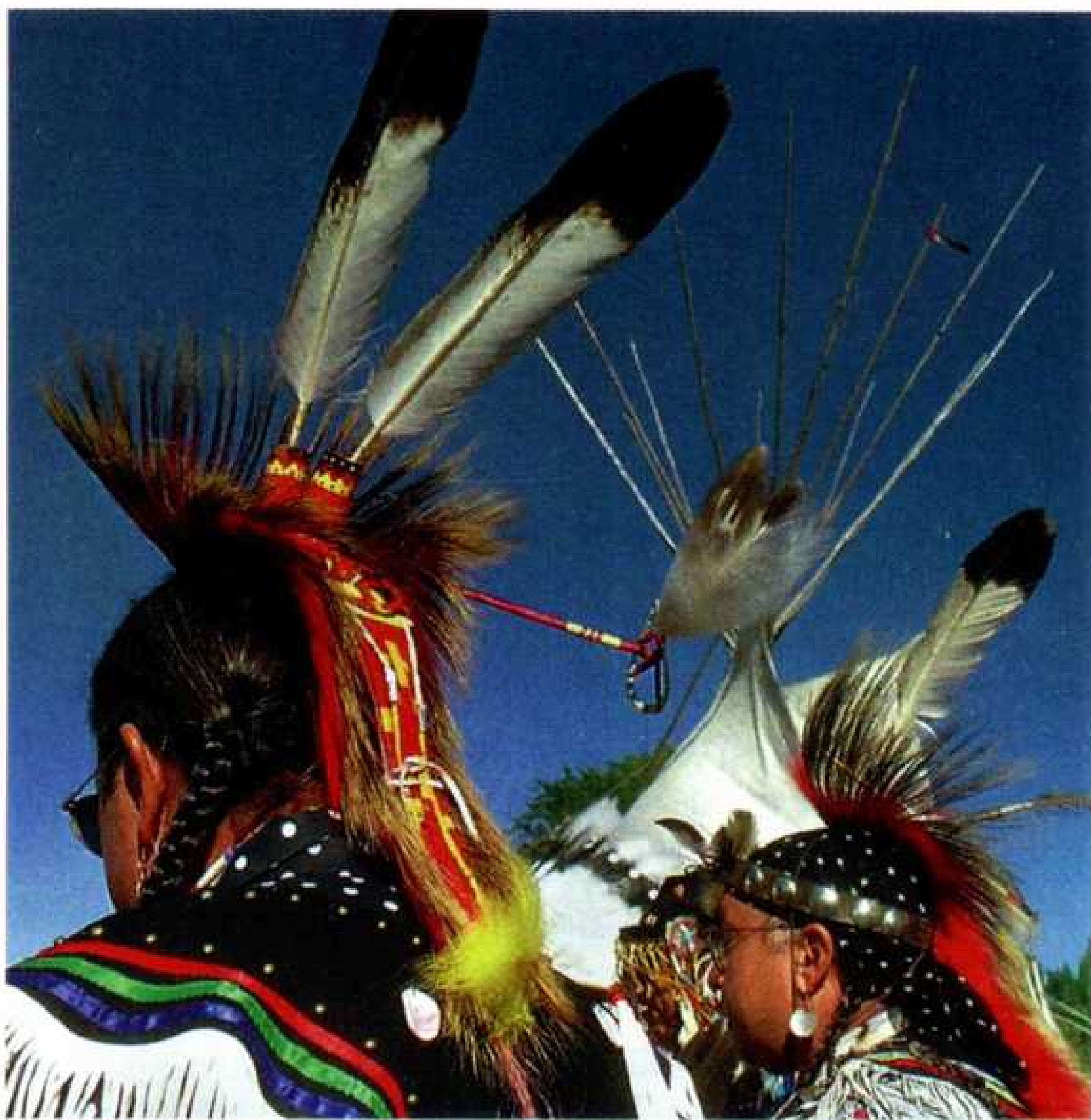


Un maletín para disuadir a los cacos

Que los ladrones se distinguen por su facilidad para aguzar el ingenio y burlar a la policía, es un hecho sabido. Hace tiempo, los directivos de la empresa sueca Securitas se plantearon pagar a los cacos con su misma moneda y para ello prepararon un maletín que se encarga de inutilizar el dinero robado. Conocido como *contenedor protegido*, este artefacto ha comenzado a utilizarse en España recientemente, aunque por el momento solamente circulan seis de ellos en periodo de pruebas. Utilizados en el el transporte de fondos, el mecanismo de estos maletines es muy sencillo: solamente pueden abrirse con las llaves que poseen el cliente y el guarda jurado y ello con un límite de tiempo programado. Si alguna de estas dos condiciones se incumple entra en funcionamiento un mecanismo que eleva la temperatura en el interior hasta los 300 grados, al tiempo que una tinta roja rocía los billetes que se hubieran salvado de la quema. El ladrón queda así burlado.

Las tribus indígenas norteamericanas piden respeto para la Luna

La Luna es sagrada para la gran mayoría de las tribus indígenas norteamericanas. Una de éstas, los indios navajos, ha alzado la voz contra los numerosos intentos de realizar actividades en torno a nuestro satélite. Los planes de realizar turismo selenita –aunque todavía lejanos–, o el lanzamiento allí de las cenizas de algunas personas –la familia del fallecido astrónomo Eugene Shoemaker lo solicitó– no han caído nada bien en estas comunidades. Albert Hale, presidente de la nación navajo, ha atacado estas iniciativas: «Demuestra una grave insensibilidad contra nuestros valores religiosos. En la NASA deberían saberlo. Una cosa es observar la Luna, incluso caminar por ella, pero para muchos de nosotros es un sacrilegio llevar restos humanos o turistas». John Lawren, directivo de la NASA, afirma que son respetuosos con todas las religiones pero «es inevitable que cualquier iniciativa que se tenga acabe molestando a algún grupo social».



S.T.N.6.

LA JERINGUILLA SIN AGUJA pronto será una realidad. Su lanzamiento al mercado mundial se producirá en el Reino Unido y Estados Unidos a finales de este año. Se trata de un sistema revolucionario, de fácil aplicación, que acabará, al parecer, con el dolor provocado por el pinchazo de las agujas convencionales. Este efecto se consigue gracias a un cartucho que lleva incorporado la jeringuilla, del que sale un potente chorro de líquido a alta presión que inyecta en el organismo la dosis exacta del fármaco.



La nicotina afecta al sistema nervioso central

La nicotina eleva el umbral del placer en el sistema nervioso central, de tal forma que si éste se ve privado de él, necesita estímulos siempre mayores para registrarlo. El mecanismo, según Athina Markou, del Instituto Scrips de La Jolla (California), es idéntico al descrito en el caso de la dependencia del alcohol o de los estupefacientes, ya sean opiáceos o estimulantes. Markou verificó, en experimentos realizados con ratones, que los acostumbrados a la nicotina, una vez que entran en periodo de abstinencia, muestran alteraciones de comportamiento relacionadas con el citado mecanismo de la gratificación, que empuja a la búsqueda del placer en el ámbito de las actividades más diversas, medido a través de electrodos colocados en el cerebro. Las alteraciones en los ratones nicotinodependientes en periodo de abstinencia se plasman en ansiedad, irritabilidad y desasosiego por la carencia de placer que sólo se satisface con estímulos mayores respecto a los que los mismos ratones necesitaban antes de acostumbrarse a la nicotina. El estudio de Markou está en la misma línea que otras investigaciones desarrolladas en el Instituto Pasteur de París sobre la forma en la que la nicotina influye en la producción de dopamina, un neurotransmisor que juega un papel central en el mecanismo de gratificación y en la experiencia del placer.

¿Hay relación entre los tacones altos y la artritis en las rodillas?

Constituyen un accesorio imprescindible para millones de mujeres, pero para un grupo de investigadores estadounidenses, los tacones altos están relacionados con la artritis de la rodilla. Case Kerrigan, del Centro de Rehabilitación de la Harvard Medical School de Boston, ha revelado que la osteoartritis de la rodilla (el proceso de desgaste de las articulaciones) afecta al doble de mujeres que de hombres. Utilizando sensores y telecámaras, los investigadores pidieron a 20 mujeres que caminasen con zapatos de tacones de seis centímetros y, después, descalzas. Con los aparatos se midieron las formas de caminar y los esfuerzos que producen sobre las articulaciones de la rodilla y las caderas. Los tacones altos provocaban mayor roce en la parte interna de la rodilla, la más afectada por la osteoartritis, respecto a la parte externa. Además, cuando las mujeres caminaban descalzas, debían realizar esfuerzos menores.

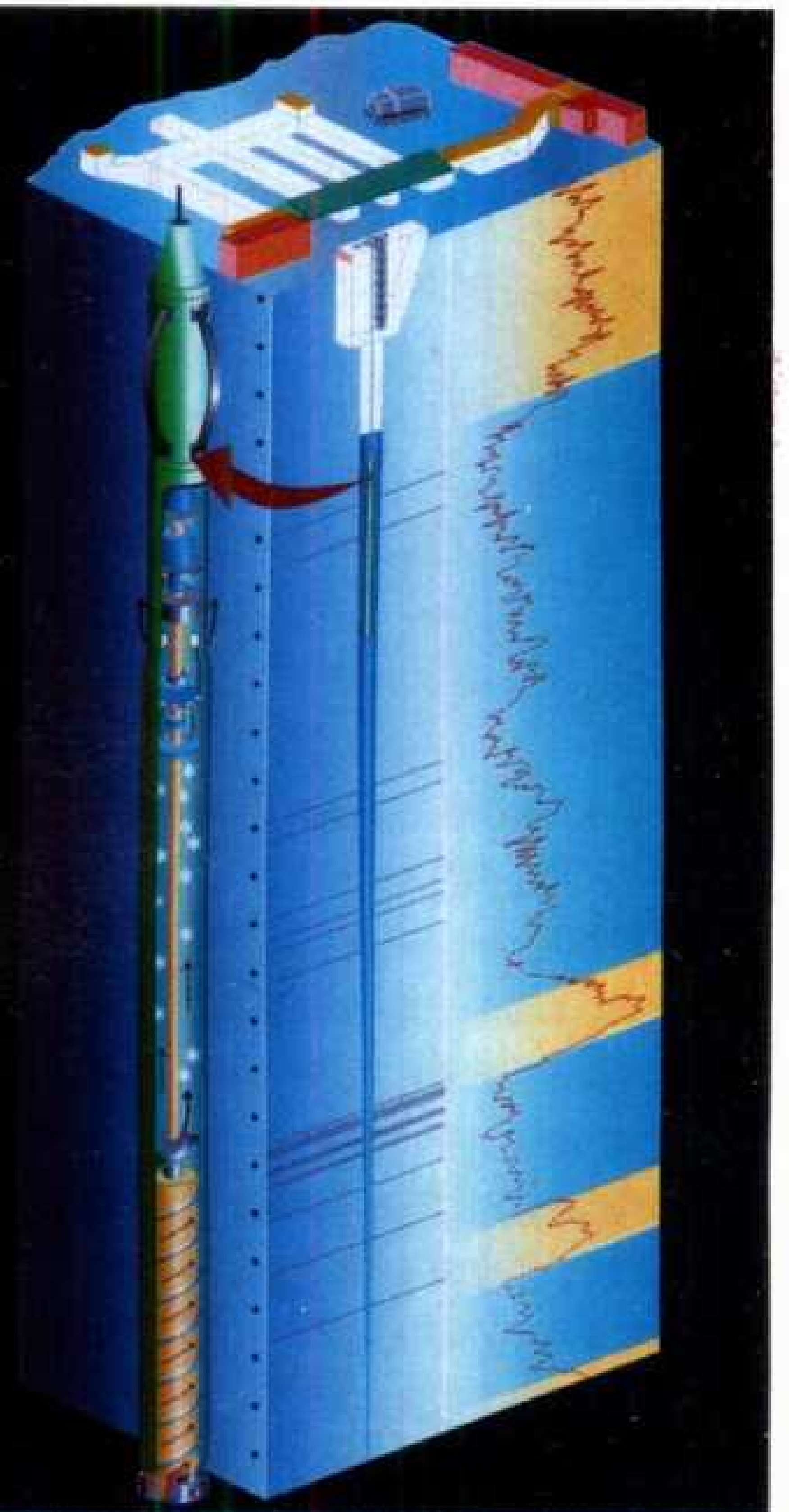


Detectan un asteroide 'invisible'

Un grupo de astrónomos de la universidad de Hawai ha localizado un asteroide totalmente desconocido cuya órbita transcurre entre la Tierra y el Sol. Aunque han evitado crear alarma al anunciar que no existen posibilidades de que se acerque peligrosamente a nuestro planeta, sí han indicado que no se puede descartar la presencia de otros asteroides cercanos pero 'invisibles' a los métodos utilizados actualmente en la observación astronómica. El catedrático David Tholen y su ayudante Robert Wipley utilizaron una cámara especial para detectar al asteroide y su descubrimiento, lejos de tranquilizar a la comunidad científica, ha abierto la posibilidad de que algún cuerpo extraño se encuentre en camino hacia nuestro planeta sin que lo sepamos.

Los microorganismos de los hielos

Topolino, Tacchino y Soldato. No son los nombres de una nueva serie de dibujos animados, sino los de unos extraños microorganismos descubiertos en las profundidades de los glaciares antárticos por investigadores franceses, rusos y estadounidenses. El descubrimiento ha sido realizado cerca de la base rusa de Vostok y los investigadores se encuentran ahora analizándolos genéticamente. Lo que más ha llamado la atención es su extraordinaria capacidad de resistir y de desarrollarse a temperaturas bajísimas, a pesar de que las muestras encontradas ya han sido clasificados en la familia de los organismos que viven en lugares hostiles. Tienen unas dimensiones de una milésima de milímetro y su estructura es fibrosa, muy parecida a la del algodón.



Ver lago Subterráneo

Golpes de ingenio

DESCUBRIMIENTOS, INVENTOS, IDEAS DEL MUNDO

UN GORRO DE BAÑO fabricado en el Reino Unido por la firma *Speedo* permite nadar a mayor velocidad al eliminar las turbulencias que crea la cabeza en su avance sobre el agua. Con sus gafas incorporadas da un aspecto espacial.

Etiquetas para el control de calidad en diversos productos

Uno de los problemas importantes con los que se encuentran los fabricantes de algunos productos –del sector alimentario y farmacéutico especialmente– es la falta de garantías en su conservación, al romperse la cadena de frío. Tras 14 años de investigación, la empresa Lifelines ha creado unas etiquetas adhesivas de eficacia probada científicamente y de poco coste que llevan dos círculos concéntricos de distinta tonalidad. Cuando el producto está fresco, el color del interior es más claro que el exterior, pero a medida que el producto se acerca a su límite de caducidad se va oscureciendo. Si los dos círculos presentan el mismo tono hay que consumirlo en ese instante, para rechazarlo si el círculo interior aparece más oscuro que el exterior. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda este sistema para las vacunas.

El té muestra su eficacia para prevenir el cáncer



Uno de los pasos más recientes hacia el desarrollo de nuevas armas anticancerígenas ha surgido con el sencillo hecho de ofrecer una taza de té a unos ratones. Al menos, eso aseguran los investigadores del centro australiano Csiro, tras descubrir que los riesgos de padecer cáncer son menores en los ratones de laboratorio a los que se suministra té en lugar de agua. Y no importa que el té sea con limón o con leche. Según la investigación, dirigida por Ivor Dreosti, de la división de nutrición del Csiro, el motivo de la mayor protección ante los tumores son los potentes antioxidantes, llamados flavonoides, que ralentizan el daño causado por los radicales libres. Los flavonoides se encuentran presentes en las uvas, en el vino, en la miel y en las patatas, pero en el té su concentración es mucho mayor. «Además del efecto protector que poseen como antioxidantes, los flavonoides cambian la conformación de las enzimas dentro de las células y las protegen de los múltiples desequilibrios que puede generar el cáncer», asegura Dreosti.

¿Tiene problemas en los oídos? ¡Cuidado! Pueden ser las 'branquias'

Es difícil de creer y, sin embargo, cierto: algunos trastornos de los oídos, refractarios a cualquier tratamiento, dependen de las 'branquias'. Un esbozo de ellas aparece durante el desarrollo fetal y, normalmente, desaparece rápidamente, absorbido en diversas estructuras craneales. Según Jean-Michel Triglia, del Departamento de Otorrinolaringología pediátrica del Hospital La Timone de Marsella (Francia), el hecho de que no desaparezca el boceto de las branquias es algo muy raro y, por eso mismo, difícilmente diagnosticable. A estas branquias no completamente cerradas habría que atribuirles las infecciones auriculares recurrentes (no debidas a otitis), así como la formación de quistes en las glándulas paratiroideas. Tras examinar a 40 personas afectadas por la malformación, los investigadores consiguieron definir algunas de sus características, como la presencia de una pequeña apertura en el cuello (de la que el paciente no es consciente) y, a veces, en el conducto auditivo externo. La única terapia posible es quirúrgica e implica la extirpación del tejido cutáneo y cartilaginoso de las branquias.



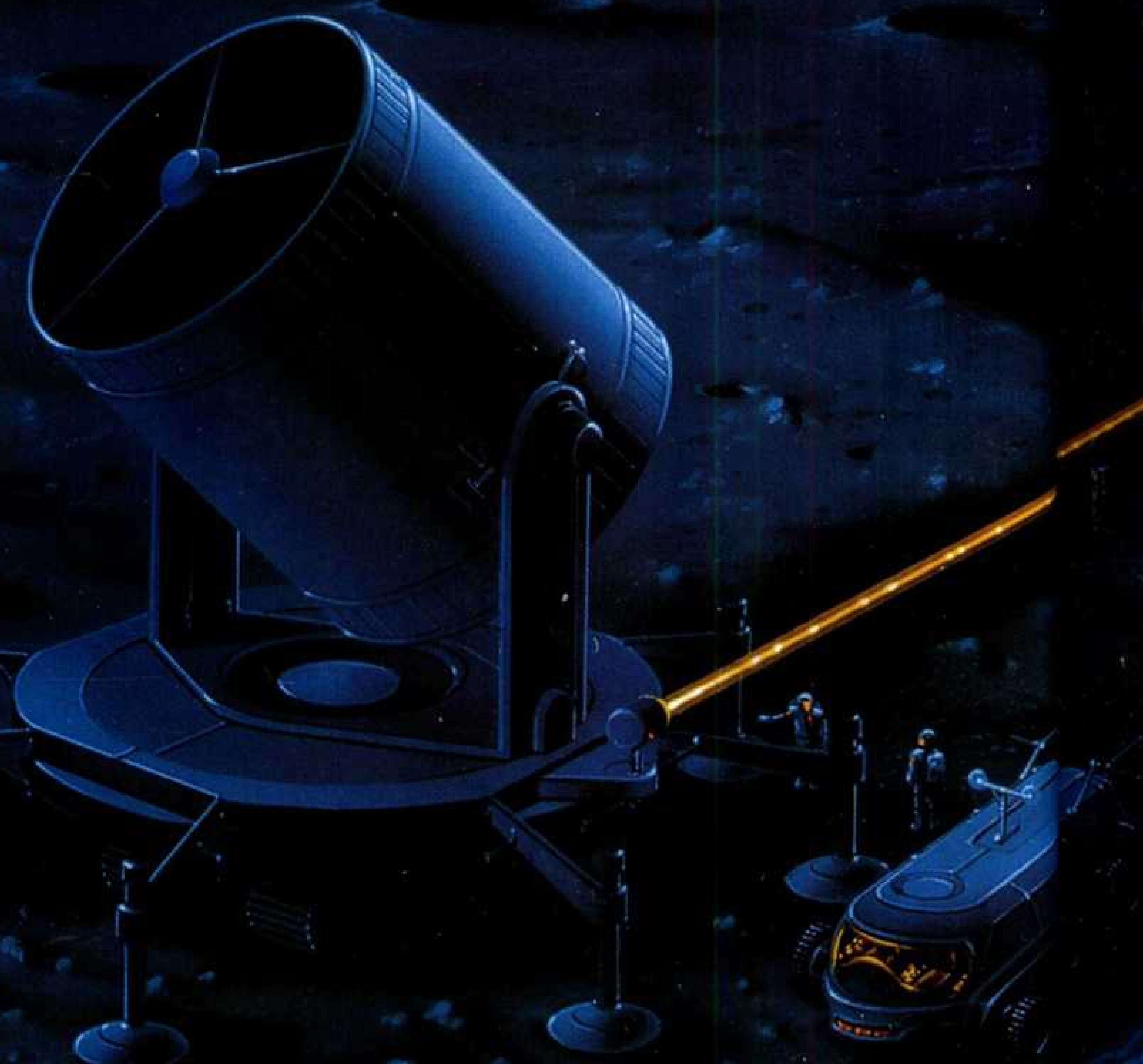
Una plaga de algas rosas amenaza las playas de China

Suenan las alarmas ecológicas en las costas chinas, amenazadas por una oleada de algas rosas, que ha causado graves daños en Hong Kong y en la región de Guangdong (China meridional) y por la 'superalga' transportada en los cascos de los barcos. Entre el mes de marzo y abril, el alga *Gyrodinium aureolum*, formada por microorganismos que se multiplican rápidamente y le confieren al agua una coloración rosada, ha causado la muerte de cientos de toneladas de peces, con pérdidas superiores a los 350 millones de yuans (cerca de 7.000 millones de pesetas). Según los expertos del Instituto Oceanográfico chino, las causas de la 'marea rosa' son las altas temperaturas, combinadas con las escasas precipitaciones en las zonas costeras, y los vertidos industriales ricos en fósforo y otros componentes químicos que favorecen su desarrollo. Los científicos se ponen en guardia también contra la 'superalga', por su gran resistencia y vigoroso crecimiento.

De caza por el universo

Frank Drake, el científico que preside el proyecto de búsqueda de inteligencia extraterrestre (SETI), está convencido de que «dentro de 10 años tendremos el primer contacto». Astrónomos, físicos, químicos y biólogos de todo el mundo se dedican a escrutar, escuchar y estudiar el espacio. Su objetivo: encontrar señales de vida inteligente

POR CRISTIANO BATALLI COSMOVICI





Cristiano Batalli se licenció en Física del Espacio en el Instituto Max Planck de Munich. Fue el responsable de la telecámara de la sonda espacial Giotto, que fotografió el núcleo del cometa Halley en 1986, y descubrió las primeras moléculas orgánicas complejas en el cometa Iras. En 1978 consiguió un puesto de astronauta en el Shuttle. Ahora, dirige la investigación del Instituto de Física del Espacio Interplanetario del CNR (Centro Nacional de Investigación italiano) en Roma, y coordina el programa de bioastronomía del país transalpino.



DONDE SE ESCUCHAN LAS VOCES DEL UNIVERSO
Junto a estas líneas, un detalle del radiotelescopio de Arecibo (Puerto Rico), uno de los principales puntos de escucha de señales procedentes de otras civilizaciones. En la ilustración, un observatorio del futuro instalado en la Luna para determinar la presencia de atmósfera en planetas situados fuera del sistema solar. Nuestro satélite natural cuenta con cráteres en cuyo interior jamás se refleja el Sol, los cráteres de oscuridad perenne. Son un lugar ideal para instalar observatorios a salvo de las radiaciones solares. El dibujo muestra nueve telescopios de rayos infrarrojos, unos paneles solares y una antena para comunicar con la Tierra. Estos últimos se encuentran en el punto más alto de las paredes del cráter, donde alcanzan algunos rayos de luz.

Una cuestión ha estimulado siempre la imaginación de científicos y profanos: ¿tiene nuestro planeta el monopolio de todas las formas de vida del universo? Gracias a los continuos y sorprendentes descubrimientos que la ciencia espacial y la astronomía ofrecen a los investigadores del siglo XX, hoy se pueden aventurar algunas respuestas a esta pregunta.

La bioastronomía es una nueva ciencia que incluye todas las disciplinas relativas al origen, la evolución y la expansión de la vida en el universo que ha experimentado un gran auge en los últimos tiempos. Los resultados obtenidos en la búsqueda de agua (un elemento básico para la vida) en otros planetas y satélites del sistema solar, las investigaciones encaminadas a encontrar en nuestra galaxia otros planetas con características adecuadas para la vida y los congresos internacionales que, año tras año, reúnen a los científicos que persiguen huellas de vida en el cosmos han aumentado el interés por esta incipiente disciplina científica.

El Congreso Mundial de Bioastronomía celebrado en julio de 1996 contó con la participación de 200 científicos de 27 países, entre los que se hallaban tres premios Nobel. Los temas tratados implicaban a astrónomos, físicos, químicos, biólogos y geólogos, y comprendían desde los orígenes astronómicos y bioquímicos de los *ladrillos de la vida* en el universo hasta la existencia de formas de vida inteligentes con las que establecer contacto por radio.

En enero de este año se organizó en Sydney (Australia) el primer congreso internacional sobre el proyecto SETI (Search for Extraterrestral Intelligence o búsqueda de inteligencia extraterrestre), en el que se trataron, sobre todo, sus puntos no científicos (sociales, éticos, políticos y religiosos), una serie de temas que no deberían descuidarse si algún día se lograra contactar con una civilización extraterrestre que tuviese capacidades tecnológicas. Un hecho semejante conllevaría unas repercusiones culturales y sociales revolucionarias para la Humanidad, por lo que habría que empezar a preparar psicológicamente a la población mundial desde este momento.

Cometas: mensajeros de la vida

En los últimos 30 años se han localizado en el espacio interestelar un centenar de moléculas orgánicas complejas, las mismas que se encuentran en el origen de las formas de vida que nosotros conocemos. Esto ha sido posible gracias a la espectroscopia radioastronómica, que permite analizar los elementos químicos presentes en el universo. Posteriormente, se han hallado muchas de estas moléculas en las colas de los cometas, sobre todo gracias al envío de sondas automáticas. Una de ellas, la Giotto, se acercó en 1986 a sólo 600 kilómetros del núcleo del cometa Halley.

Tres acontecimientos excepcionales y difícilmente repetibles en los próximos siglos han corroborado estos descubrimientos: el choque de 21 fragmentos del cometa Shoemaker-Levy con el planeta Júpiter en 1994, el acercamiento, en 1996, del cometa Hyakutake a sólo 15 millones de kilómetros de la Tierra y la aparición del cometa gigante más luminoso del siglo, el Hale-Bopp, en 1997.

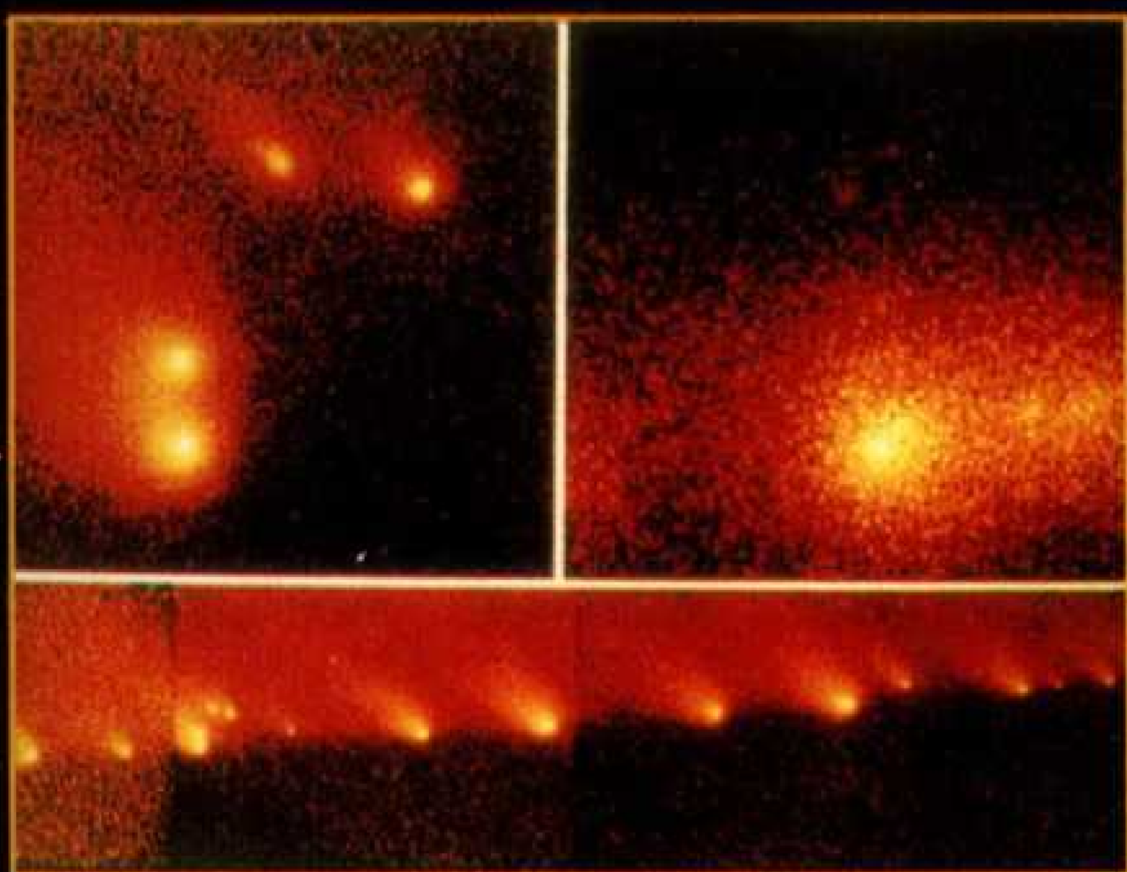
Esta extraordinaria secuencia de hechos, junto con la aportación de telescopios espaciales como el Hubble y sondas como la Galileo, forma ya parte del *botín científico* de los astrónomos de todo el mundo. Por lo que respecta a la bioastronomía, se ha podido establecer que los cometas, esos *icebergs* espaciales de pocos kilómetros de diámetro, compuestos sobre todo de agua, materia orgánica y polvo interestelar, son los responsables del desarrollo de la vida en la Tierra. De hecho, durante el periodo comprendido entre hace 4.600 y 4.000 millones de años, enjambres de cometas depositaron el agua que forma los océanos actuales y todos los compuestos del carbono necesarios para una evolución prebiótica y, por tanto, para la vida tal y como hoy la conocemos.

Enjambres de cometas, auténticos 'icebergs' espaciales, trajeron el agua a la Tierra

Estos *ladrillos vitales* encontraron en la Tierra las condiciones ideales (presión, temperatura y campo magnético) para poder evolucionar y, a lo largo de unos 300 millones de años, esa materia inerte se transformó en materia viva.

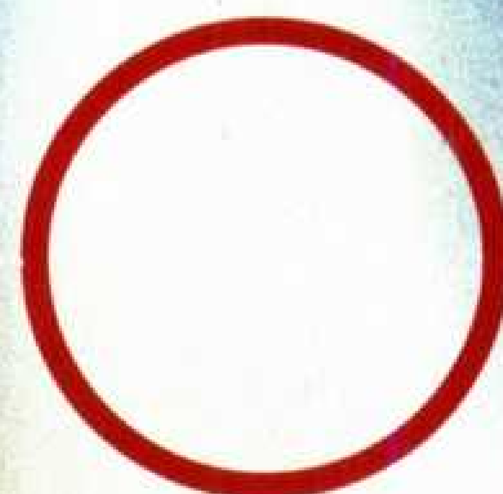


CARA A CARA
En la imagen, la sonda europea Giotto, que en 1986 se acercó hasta 600 kilómetros del cometa Halley. Nunca un vehículo espacial se había aproximado tanto a uno de estos cuerpos celestes.





CHOQUE EN DIRECTO
Sobre estas líneas, la fragmentación del cometa Shoemaker-Levy al acercarse a Júpiter en 1994, y el impacto de sus restos sobre el planeta. Este acontecimiento, que no se repetirá hasta dentro de varios siglos, ha aportado a los bioastrónomos elementos indispensables para comprender la naturaleza y las características de los cometas.



TAXIS INTERPLANETARIOS
Según algunas hipótesis, en la última fase de formación de la Tierra los cometas arrojaron sobre ella algunos de los materiales orgánicos necesarios para el desarrollo de la vida. Este mismo proceso podría haber tenido lugar en otros planetas.





¿Por qué estamos aquí?

La vida es un concepto amplio y vago sobre el que aún existen muchos interrogantes, comenzando por su origen ¿Cuáles son las condiciones necesarias para que pueda desarrollarse en un planeta cualquiera? Tal y como la conocemos los seres humanos (pueden existir formas que traspasen las barreras de nuestra imaginación), la vida no es un estado, sino un proceso, una complicada serie de reacciones químicas basada en moléculas orgánicas, es decir, que contienen carbono. Estas reacciones transforman la materia en un sistema vivo, que crece y se reproduce, y son el origen de todos los seres conocidos, sea cual sea el momento y el modo en el que la materia inerte se convierte en materia viva.

Hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y carbono son el origen del universo

Entre miles de millones de posibilidades, la vida ha escogido unos 50 complejos moleculares simples para todas sus funciones químicas. Dado que el universo está formado sobre todo por hidrógeno (H), oxígeno (O), carbono (C) y nitrógeno (N), y que tanto el núcleo de los cometas como el cuerpo humano están formados en un porcentaje casi idéntico de estos cuatro elementos, se puede deducir que en un planeta de cualquier galaxia que se haya originado una forma de vida, ésta ha de estar formada por una bioquímica similar. Por lo tanto, es probable que, si existen extraterrestres, tengan un aspecto muy diferente al nuestro (como ocurre con miles de especies animales en nuestro planeta), pero unas funciones orgánicas muy parecidas, ya que derivan de la misma bioquímica. Es posible que si hace 65 millones de años los dinosaurios no se hubieran extinguido –a causa de impactos catastróficos de cometas o asteroides en la superficie terrestre, según la teoría más aceptada–, el ser humano descendería de ellos y no del mono.

Durante el choque del cometa Shoemaker-Levy con Júpiter se desprendió una energía de 100 millones de megatones. Si tenemos en cuenta que un megatón equivale a un millón de toneladas de TNT, mientras que la bomba atómica de Hiroshima se puede equiparar a 15.000 toneladas de TNT, esa energía fue unas 10.000 veces superior a todo el arsenal nuclear terrestre .

Un impacto semejante en la Tierra habría provocado la desaparición de todas las especies terrestres. La vida marina lograría sobrevivir a la masacre evolucionando, a continuación, en nuevas formas terrestres y en nuevos tipos de vida inteligente. Los cometas desempeñan un papel decisivo en el universo, son los *inseminadores químicos* que posibilitan el desarrollo de las diferentes formas de vida, pero también los responsables de catástrofes que pueden acabar con especies enteras.

¿CUÁL ES EL VERDADERO EXTRATERRESTRE?
Al cambiar las condiciones físicas y químicas de un planeta, podrían desarrollarse seres de un aspecto extraño, a pesar de tener las mismas moléculas básicas que las especies conocidas. En el dibujo están representadas las hipótesis del físico y exobiólogo japonés Yukishige Kawasaki sobre las formas de vida que se podrían encontrar fuera del sistema solar. Pueden parecer un producto de la ciencia ficción, pero no son muy distintas de los seres que habitan zonas casi inaccesibles de la Tierra. Las dos fotos pequeñas muestran los gusanos gigantes de dos metros de alto (*Riftia pachyptila*), descubiertos hace poco en el océano Pacífico, cerca de las fuentes termales volcánicas, a una profundidad de 3.000 metros, y una temperatura superior a los 350º C. Estos gusanos se nutren de gases tóxicos de los que extraen hidrógeno y azufre gracias a unas bacterias con las que viven en simbiosis.

Balonaglosos ?

Los ríos del planeta rojo

En la actualidad, hay casi total seguridad de la ausencia de vida inteligente en los otros ocho planetas del sistema solar (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno y Plutón). Sin embargo, existen tres lugares –Marte, Titán y Europa– en los que sí podría haber existido vida en estado primitivo en el pasado, o, incluso, puede que se encuentre en fase prebiótica (cuando las moléculas orgánicas pasan a tener vida propia).

Desde que el astrónomo Giovanni Schiaparelli descubrió, en 1878, los famosos canales de Marte, la imaginación humana siempre ha pensado en el planeta rojo como primer candidato para la presencia de vida.

Las diversas sondas enviadas a Marte y, sobre todo, las dos Viking de 1976, han confirmado que estos canales existen, pero también han demostrado que son lechos de ríos desaparecidos en un pasado muy remoto, cuyas aguas parecen haberse desvanecido en la nada. La presencia de agua indica que podrían haberse desarrollado formas primitivas de vida, ya que este elemento es esencial para la formación de los aminoácidos.

El problema radica en que no se podrá saber si el agua se evaporó o si se encuentra helada en el subsuelo hasta que no se perfore en profundidad la superficie marciana.

La misión Viking de 1976 viajó a Marte con un objetivo: descubrir si había materia orgánica o incluso bacterias fosilizadas, como los procariotas. Pero los laboratorios de análisis químico y bacteriológico de las dos sondas, verdaderos prodigios de la tecnología robotizada, no detectaron su presencia. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las muestras de suelo marciano se extrajeron a pocos centímetros de profundidad, en una zona ecuatorial expuesta durante millones de años a la luz ultravioleta del Sol y que, por tanto, es estéril. A mayor profundidad, en posibles nichos ecológicos o en los casquetes polares, habrían podido sobrevivir o conservarse restos de formas de vida.

El hallazgo de un meteorito en la Antártida (el ALH 84001) en 1996, lanzado hace millones de años al espacio interplanetario por el choque entre un cometa o un asteroide y el planeta rojo, y atrapado hace 13.000 años por la gravedad terrestre, provocó gran expectación. Con el microscopio electrónico, se descubrieron estructuras vermiformes (con forma de gusano) y ovaladas, de un tamaño de millonésimas de milímetro, que algunos científicos americanos identificaron como compuestos orgánicos derivados de una posible actividad biológica.

Hace poco, científicos ingleses han demostrado que esas estructuras cristalinas no tienen ninguna relación con compuestos orgánicos, entre otras razones porque su tamaño es unas 1.000 veces más pequeño que el de cualquier bacteria conocida.

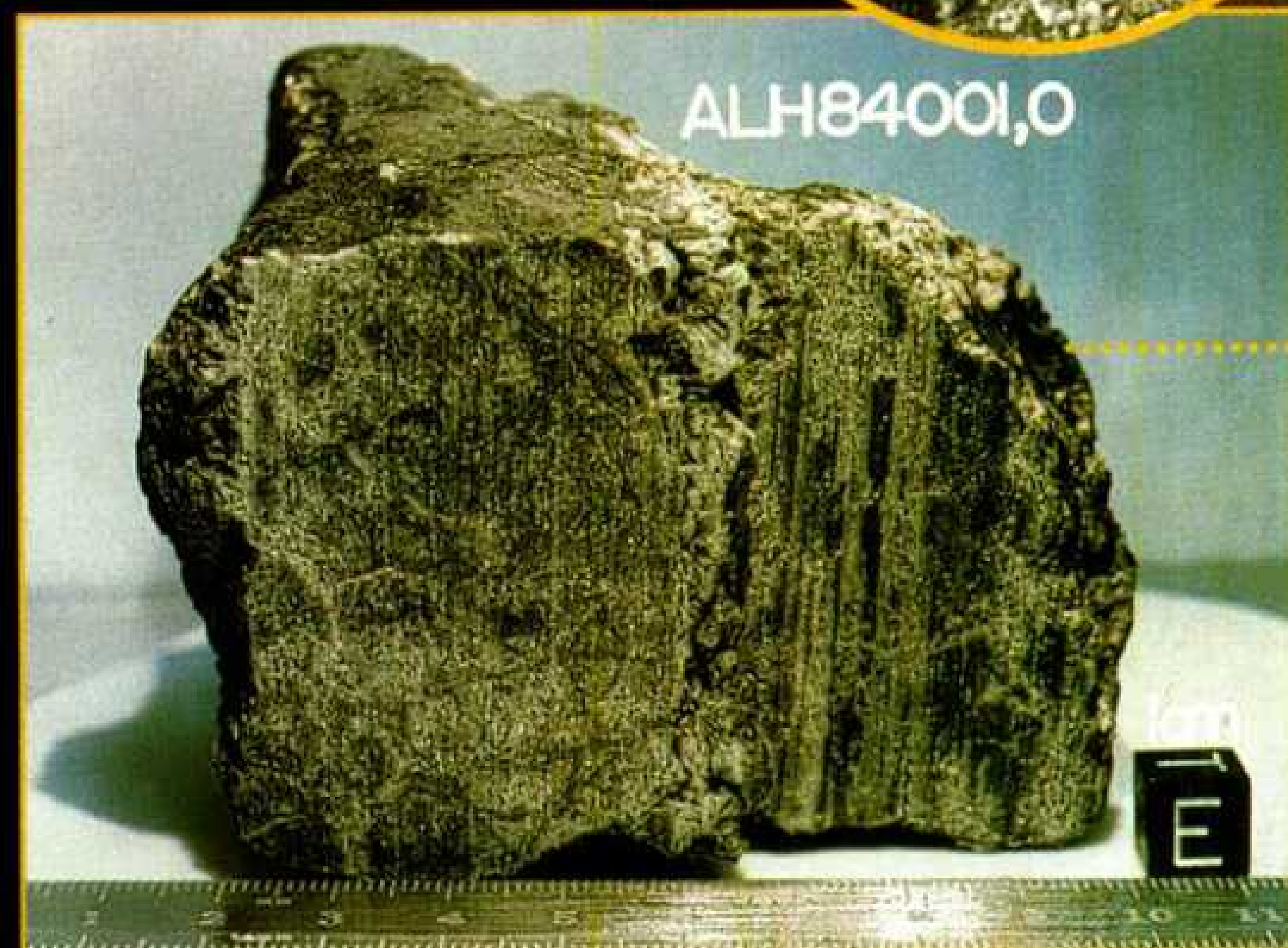
En Marte, Titán y Europa existe o pudo existir vida en tiempos remotos

AGUAS MARCIANAS
En el pasado, el planeta rojo estaba surcado por cursos de agua ahora secos. Los lechos de estos ríos se mantienen visibles en la actualidad: son los canales, estrías visibles en su superficie. Las futuras misiones a Marte intentarán descubrir si en el subsuelo todavía existe agua.

Huellas de Marte en la Tierra

• **Hace dos** años se dio a conocer un meteorito procedente de Marte que había caído en la Antártida. Los científicos de la NASA afirmaron que en su interior había estructuras que podían identificarse como restos de bacterias u otros microorganismos primitivos. Sin embargo, análisis más refinados han demostrado que se trata de formaciones cristalinas, no atribuibles a forma de vida alguna.









LUCES Y SOMBRAS
Junto a estas líneas, una foto de la esfinge recogida por la nave Viking en 1976. Algunos investigadores la interpretan como la obra de una civilización marciana, pero ahora los científicos sostienen que se trata de un simple juego de luces y sombras en una colina.

El secreto de la esfinge

A pesar de que investigaciones recientes han puesto en entredicho la presencia de materia orgánica en el meteorito antártico, Alexi Rozanov, de la Academia de Ciencias de Moscú, afirma que en otros sí se han encontrado organismos fosilizados microscópicos, de 4.500 millones de años de antigüedad, es decir, anteriores a la aparición de los primeros seres vivos en el sistema solar.

La 'cara' esculpida en Marte ha dejado de ser un misterio

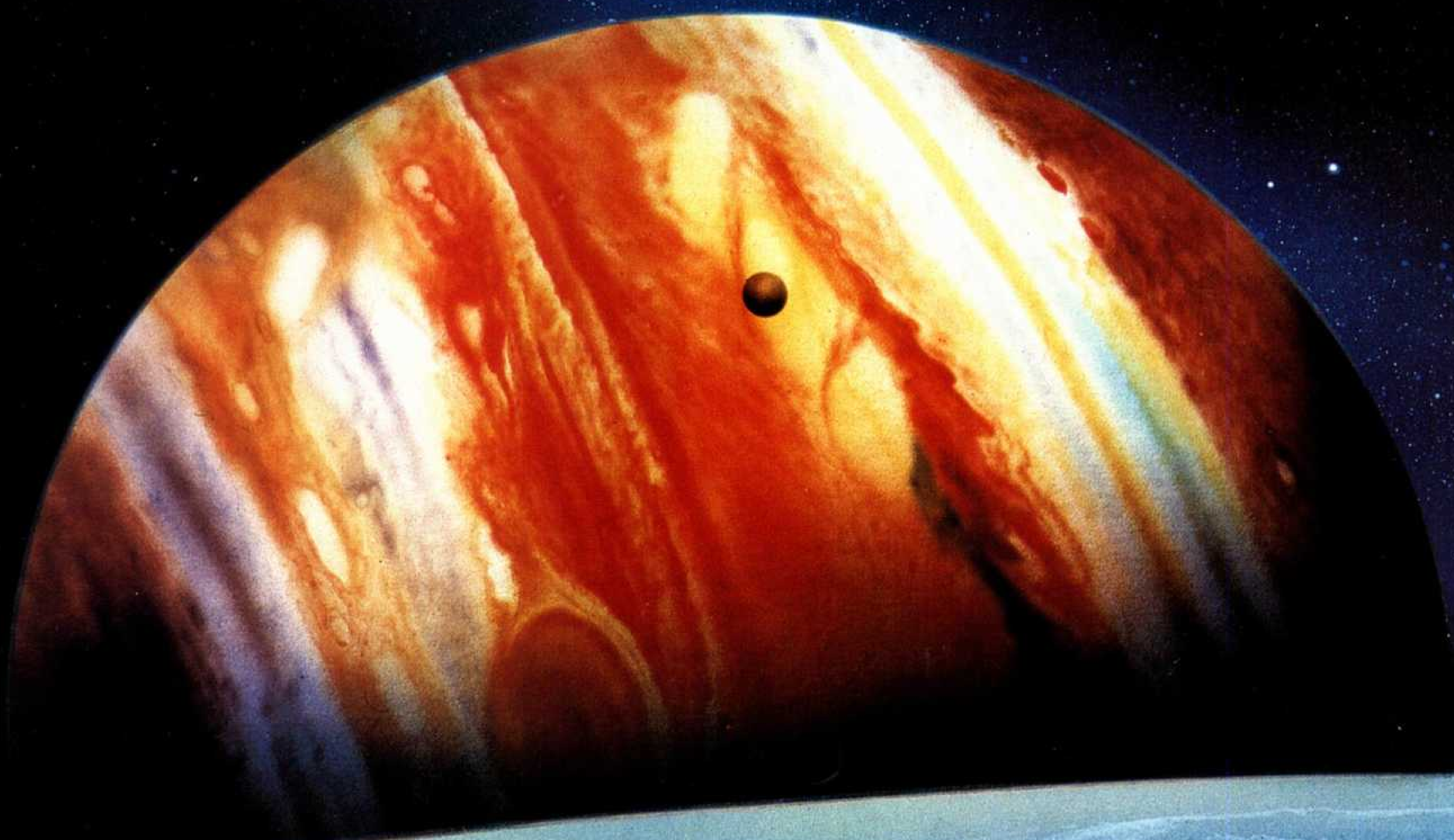
Para que la vida se pueda desarrollar, el planeta que la alberga debe cumplir una condición esencial: poseer un campo magnético capaz de desviar las partículas de alta carga eléctrica procedentes del Sol (viento solar). En caso contrario, su gran efecto ionizador destruiría en pocas horas cualquier tipo de vida. De hecho, la Tierra está dotada de una magnetoesfera, es decir, de un escudo formado por el campo magnético terrestre, generado a su vez por el efecto dinamo que provoca el movimiento del magma en el interior de la Tierra.

Parece que el campo magnético de Marte se extinguió como consecuencia del enfriamiento de su núcleo. Sin embargo, hace poco, la sonda automática Mars Global Surveyor, en órbita alrededor de este planeta, ha captado señales de la existencia de un campo muy débil. Todavía no se sabe si se trata de los restos de uno antiguo o si está producido por un efecto dinamo debido a la posible existencia de magma fluido en el núcleo.

Marte era hasta ahora el escenario de uno de los enigmas bioastronómicos más curiosos del sistema solar: la famosa esfinge fotografiada por la sonda Viking en 1976. Es una estructura de 2,5 por 2 kilómetros de superficie y 400 metros de altura, situada en una zona conocida como Cydonia. En un principio, la NASA consideró que se trataba de una cara humanoide debido a la nitidez con la que se apreciaban los ojos, la nariz y la boca.

No obstante, recientemente se ha podido comprobar que el famoso rostro marciano, sobre el que se han vertido numerosas hipótesis acerca de su procedencia, llegándose incluso a decir que era la obra de seres de ese planeta, no es otra cosa que un caprichoso juego de sombras producidas por la distribución de las colinas de Marte. De hecho, tan misteriosa formación ha quedado por fin desvelada por la sonda estadounidense Mars Global Surveyor. La cámara de esta nave pudo obtener una fotografía no programada, de baja resolución, que, a juicio de los expertos en imágenes de la NASA, demuestra que se trata de un fenómeno de la naturaleza y no de la obra de extraterrestres, como habían mantenido hasta ahora algunas hipótesis.

¿ERAN ESTOS LOS VERDADEROS MARCIANOS?
El dibujo representa algunos de los organismos vivos que, según el científico japonés Yukishige Kawasaki, pudieron poblar Marte cuando en él existía agua en estado líquido. En la ilustración, abajo a la derecha, se observan organismos tipo esponja, dotados de un apéndice con el que procurarse la comida. En el centro, un animal más desarrollado, provisto de un órgano fluorescente que podría utilizar para comunicarse. Más a la derecha, una especie de medusa con seudópodos para los desplazamientos y para capturar a sus presas. Según Kawasaki, es difícil imaginar formas de vida en Marte fuera del agua y, en caso de que hubieran existido, serían organismos parecidos a los musgos.



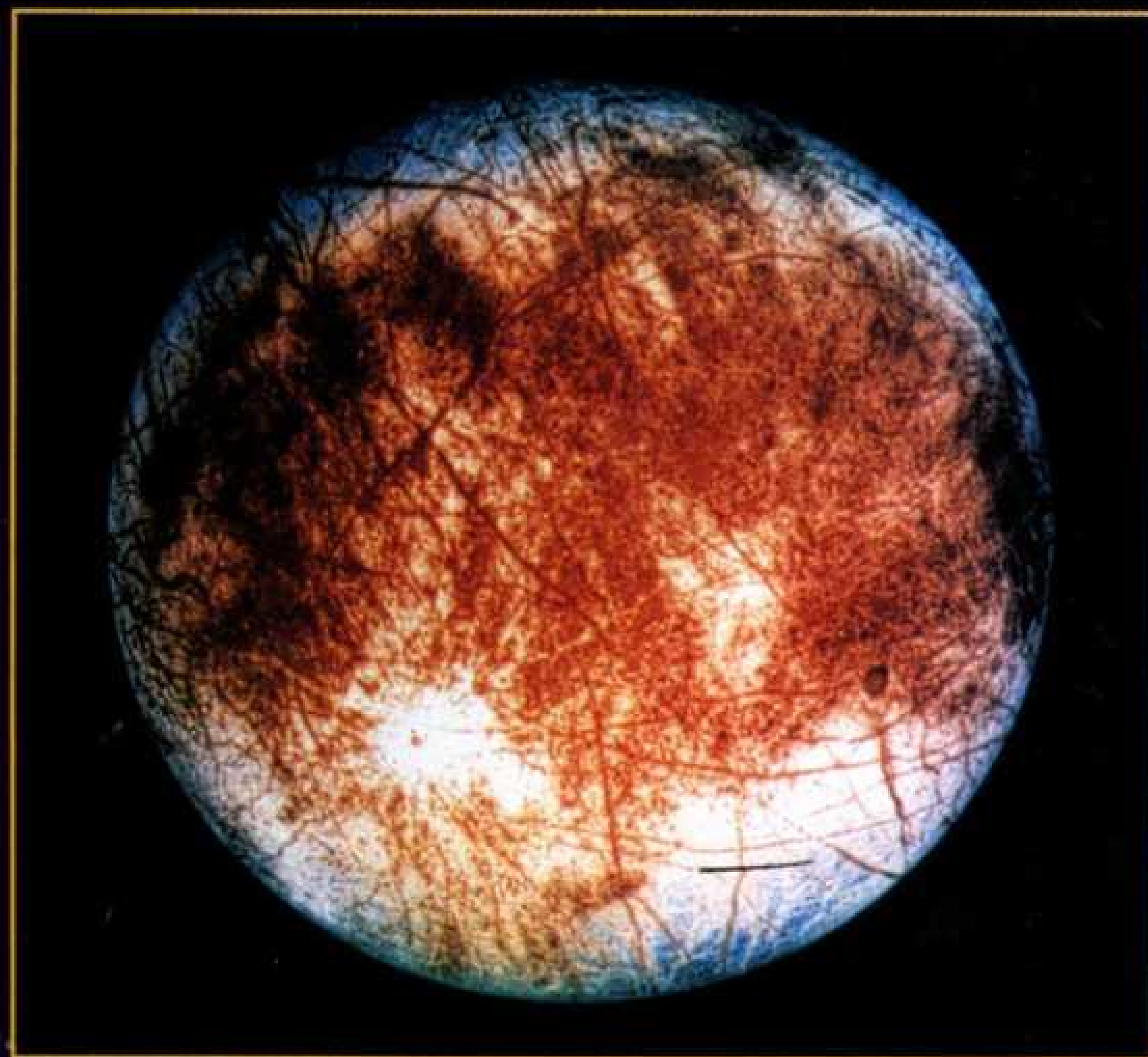
Los ojos puestos en Europa

Uno de los satélites de Júpiter, con un diámetro de 3.138 kilómetros (un poco inferior al de la Luna) y bautizado con el nombre de Europa, es el objeto más liso del sistema solar: no presenta actividad volcánica, ni pasada ni presente, y, cosa extraña en el sistema de Júpiter, cuenta con muy pocos cráteres provocados por impactos. Todo ello hace pensar que se trata de un satélite mucho más joven que el resto.

Las detalladas fotos tomadas por la sonda Galileo en 1997, a sólo 600 kilómetros de Europa, han transformado a este pequeño satélite en el lugar –después de Marte– más interesante para la bioastronomía. De hecho, el análisis geológico realizado merced a estas magníficas fotografías ha permitido que los científicos de la NASA llegaran a la conclusión de que Europa, al igual que la Tierra, es un cuerpo celeste rico en agua en estado líquido, aunque bajo una gruesa superficie helada.

Se trata de una situación similar a la que se da en el Ártico y el Antártico, donde los casquetes de hielo flotan sobre el agua líquida. Es evidente que la presencia de agua líquida (elemento esencial para la formación de aminoácidos y por tanto de la cadena química que lleva a la formación del ADN y de las células vivas) ha llevado al entusiasmo de los exobiólogos norteamericanos, que piensan que en el ambiente *europeo* se pueden haber desarrollado formas de vida. Máxime cuando Europa no sólo recibe energía del Sol, sino también de Júpiter, planeta que constituye una importante fuente de radiaciones.

También en este caso, otro científico ruso en busca de notoriedad, el cosmofísico Boris Rodionov, lanzó una teoría, de la que se hizo eco la prensa, sobre las estructuras observadas en Europa. Según él, las largas formaciones que atraviesan el satélite no están originadas por fenómenos geológicos debidos a la presencia de agua en estado líquido y sólido, sino que se trata de oleoductos, autopistas y ciudades de una civilización extraterrestre tan avanzada que ha podido sobrevivir en el subsuelo de Europa, dado que el satélite no tiene una atmósfera respirable ni un campo magnético que lo proteja de las radiaciones solares y jupiterinas.



LA LUNA DE LOS MIL CANALES
Un satélite de Júpiter, llamado Europa, constituye el lugar más interesante para la bioastronomía después de Marte. Es rico en agua en estado líquido, ingrediente esencial para el desarrollo de la cadena química originaria de la vida. En la ilustración, el planeta Júpiter visto desde Europa. Las formaciones que atraviesan el satélite, consecuencia de fenómenos geológicos, han sido interpretadas por un científico ruso como una red de oleoductos y autopistas.

El enorme interés que despierta este satélite ha puesto en marcha propuestas a favor de su exploración a corto plazo. El exobiólogo Julian Chela-Flores, del Centro Internacional de Física Teórica de Trieste, ha propuesto que se envíe a Europa un minisubmarino para explorar las aguas del satélite por debajo de su capa de hielo.

Mientras tanto, la sonda Cassini (lanzada en octubre del año pasado) se dirige hacia Saturno, con el objetivo principal de explorar su luna Titán mediante la minisonda europea Huygens que descenderá en paracaídas en el año 2004 para estudiar la composición de la atmósfera del satélite y realizar una serie de mapas detallados de su superficie. Con un diámetro de 5.150 kilómetros, Titán es un cuerpo algo más pequeño que la Tierra, con una temperatura aparente de –178ºC, debido a su lejanía del Sol (1.220 millones de kilómetros). Esta razón lo convierte en un candidato poco probable para el desarrollo de la vida.

Según un científico ruso, en Europa hay oleoductos y autopistas extrarrestres

Sin embargo, el análisis espectroscópico realizado por la sonda Voyager ha revelado que Titán es el único objeto del sistema solar con una atmósfera rica en nitrógeno molecular (igual que la Tierra). Además, contiene metano en cantidades importantes, que puede transformarse en etano, acetileno, etileno y ácido cianhídrico, formando un cóctel químico que recuerda a la atmósfera terrestre de hace miles de millones de años. Si se produjera un fuerte efecto invernadero en su ecosistema, la temperatura en la superficie podría aumentar considerablemente y permitir un desarrollo prebiótico parecido al de la Tierra.

Es posible que en los próximos 20 años, y gracias a las numerosas expediciones espaciales que hay programadas a Marte, Titán, Europa y el cometa Wirtamen (misión Rosetta), se puedan aclarar todas estas incógnitas, tan fascinantes como inquietantes, ligadas al origen de la vida en el sistema solar.

El planeta invisible

Hasta 1995 sabíamos que nuestro sistema solar estaba compuesto por nueve planetas y sus lunas, y estábamos seguros de que debía de haber millones e incluso miles de millones de sistemas similares en nuestra galaxia. Pero debido a las enormes distancias que nos separan de las estrellas más cercanas, los telescopios terrestres no tenían la resolución suficiente para aislar y localizar un planeta que girase en torno a otra estrella.

Gracias a una avanzada técnica electroscópica, desarrollada por el astrónomo suizo Michel Mayor, se han podido descubrir 10 planetas que orbitan alrededor de estrellas de tipo solar. Estos descubrimientos se han realizado de forma indirecta, es decir, observando las perturbaciones que algunos planetas provocan en las inmediaciones de estrellas centrales. Esta técnica se denomina *medición de las variaciones de la velocidad radial por el efecto Doppler* y, además de grandes telescopios, precisa de unos instrumentos muy sofisticados.

Los planetas descubiertos tienen masas que van desde 0,47 hasta 10 veces la de Júpiter, que, a su vez, es igual a 318 veces la de la Tierra. Por eso, sólo se pueden localizar este tipo de perturbaciones si son provocadas por planetas con grandes masas. Ahora, se pretende desarrollar tecnologías interferométricas del espacio que permitan *ocultar* la luz de la estrella de manera que se puedan *ver* directamente los planetas que la rodean y llevar a cabo espectroscopias, es decir, análisis químicos para buscar elementos como agua, oxígeno y ozono que nos remitan a una posible actividad biológica.

El descubrimiento de planetas fuera del sistema solar constituye un gran paso adelante para la bioastronomía, ya que uno de los parámetros de la ecuación de Drake (ver recuadro) depende del número de planetas que podrían albergar formas de vida. Es probable que en los próximos años se produzcan descubrimientos en cadena de nuevos planetas, una vez experimentada la tecnología más apropiada.

Las perturbaciones en las estrellas nos anuncian la existencia de otros mundos

La ecuación de Drake

Cómo calcular las civilizaciones alienígenas

• **La ecuación de Drake** representa el primer intento, aunque no riguroso, de establecer el número de civilizaciones extraterrestres de nuestra galaxia que, basándonos en conocimientos científicos y tecnológicos comparables a los nuestros, podrían comunicarse con nosotros. La ecuación se basa en parámetros cósmicos, biológicos y tecnológicos y se expresa de forma matemática simple, ya que sólo emplea multiplicaciones:

$$N = R \times f \times n \times l \times i \times c \times L$$

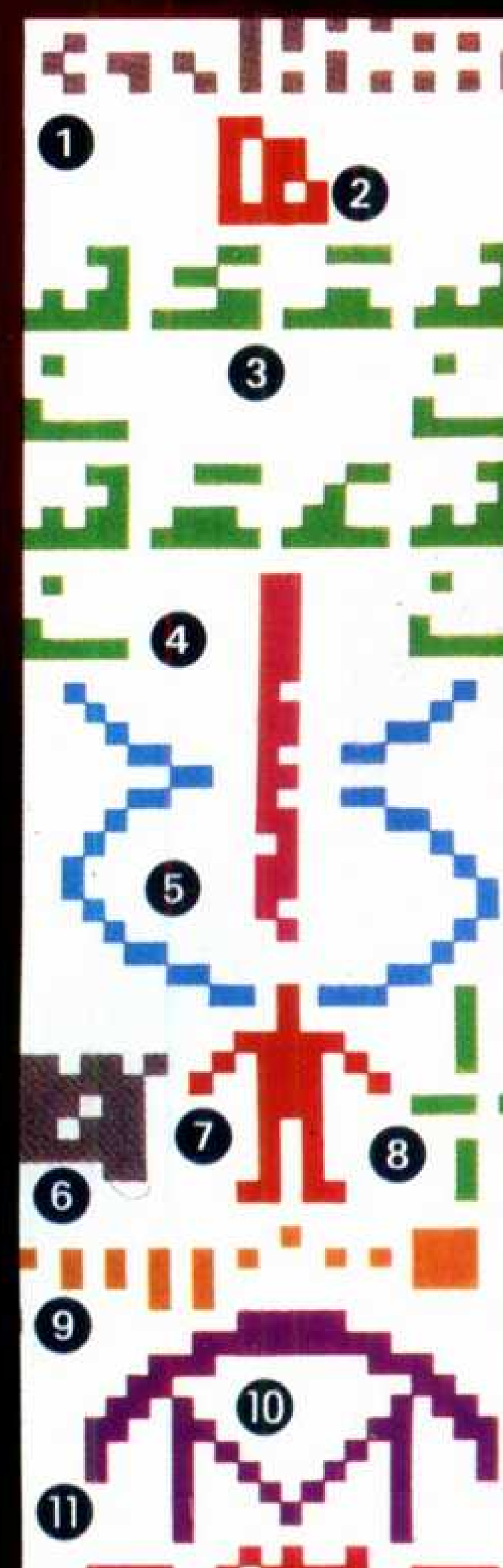
N = nº de civilizaciones tecnológicamente avanzadas de la galaxia; R = nº de estrellas presentes en la galaxia; f = porcentaje de estrellas que pueden tener un sistema planetario; n = nº de planetas dentro de este sistema que podrían permitir la evolución de la vida desde el punto de vista ecológico; l = nº de planetas en los que se ha desarrollado la vida; i = nº de planetas en los que la vida ha alcanzado un estadio inteligente; c = nº de planetas en los que se han desarrollado tecnologías que permiten la comunicación interestelar; L = vida media de dichas civilizaciones tecnológicas. Actualmente N = 1, pero con el descubrimiento de nuevos planetas, los parámetros f y n podrían aumentar. Los demás parámetros están ligados al éxito del proyecto SETI.



MOLÉCULAS ESTELARES
Gracias al progreso de la radioastronomía se ha localizado en el espacio interestelar (en la fotografía grande, la nebulosa Trífida) un centenar de moléculas orgánicas básicas para la evolución de la vida terrestre. Sin embargo, está por descubrir si esas moléculas han llegado a originar vida.

'Botellas' con mensajes en el mar cósmico

Visualización del mensaje que se transmitió en 1974, desde el radiotelescopio de Arecibo, con la esperanza de que lo captaran otras formas de vida. El mensaje contiene los elementos fundamentales de nuestra civilización y está dirigido a la masa globular M13 que contiene unas 300.000 estrellas. Dado que M13 está a más de 24.000 años luz de la Tierra, la posible respuesta tardaría más de 48.000 años en llegar. Para que los destinatarios tengan más posibilidades de entenderlo, el mensaje está formado por 1.679 impulsos. Sólo se pueden obtener estos 1.679 impulsos multiplicando los números primos 23 y 73, de forma que otra civilización podría ver el mensaje en 73 líneas de 23 elementos, cada uno correspondiente a un impulso. A continuación aclaramos a qué corresponde la secuencia de impulsos: ❶ Los números del 1 al 10. ❷ Representación de los elementos químicos fundamentales. ❸ Composición de los nucleótidos del ADN. ❹ Número de los nucleótidos del ADN. ❺ Doble hélice del ADN. ❻ Número de habitantes de la Tierra. ❼ Ser humano. ❽ Altura del ser humano. ❾ Posición de la Tierra en el sistema solar. ❿ Radiotelescopio de Arecibo. ⓫ Diámetro del radiotelescopio.



A la escucha del universo

Hay que remontarse hasta 1959 para encontrar las primeras ideas sobre la utilización de las técnicas radioastronómicas para establecer comunicación, a través del espacio interestelar, con posibles civilizaciones extraterrestres tecnológicamente avanzadas. Aquel año el físico italiano Giuseppe Cocconi y el estadounidense Philip Morrison publicaron un histórico artículo en la revista *Nature*. Según estos científicos cualquier civilización tecnológica conoce la frecuencia de radio que emite el átomo de hidrógeno (una emisión de longitud de onda igual a 21 centímetros), ya que es el más abundante en el universo y la ley física que asocia un electrón al protón del hidrógeno es válida en cualquier planeta del cosmos.

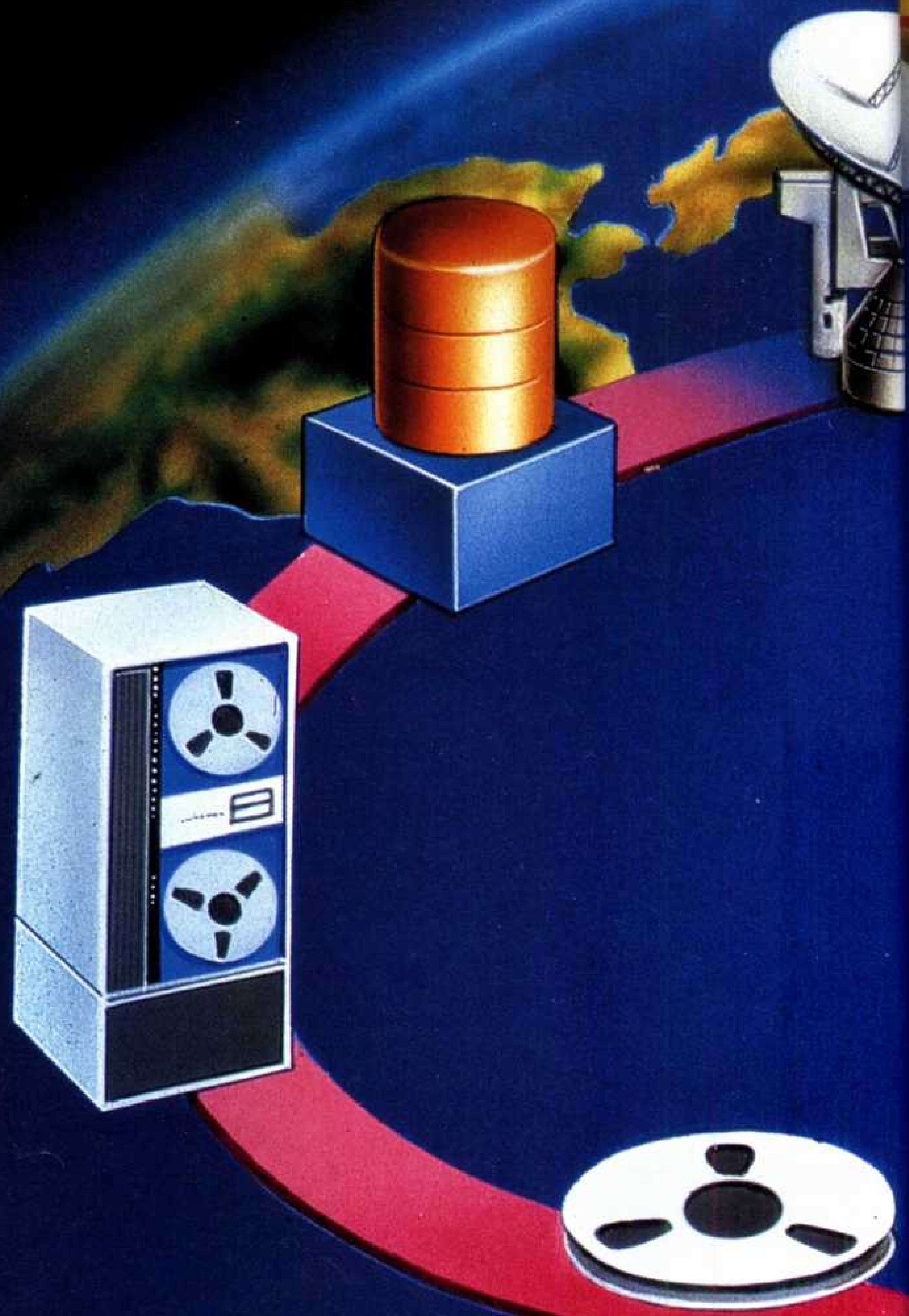
Los radiotelescopios nos permiten captar esta frecuencia procedente, de forma natural, de diversos objetos cósmicos. Por lo tanto, si la modulásemos de forma que cualquier receptor de nuestra señal de radio comprendiera que se trata de una señal artificial, se podría establecer contacto.

Sin embargo, hay otro problema: la distancia. Las estrellas parecidas a la nuestra (en cuyo sistema planetario podría haber evolucionado la vida inteligente) se encuentran a cientos de años luz. Si enviásemos una señal, y fuera captada, por ejemplo, por una civilización situada a 100 años luz, la respuesta nos llegaría 200 años después del envío del mensaje, de forma que sólo sería interesante para nuestros descendientes lejanos.

Por lo tanto, la única solución es *escuchar*, es decir, esperar a la captación de una señal de radio inteligente, aunque tuviera su origen en una civilización ya extinguida. De esta forma podríamos deducir, al menos, que no estamos solos en este inmenso universo, en el que la Tierra no es más que un insignificante grano de arena.

Una señal captada hoy podría haberse enviado hace miles de años

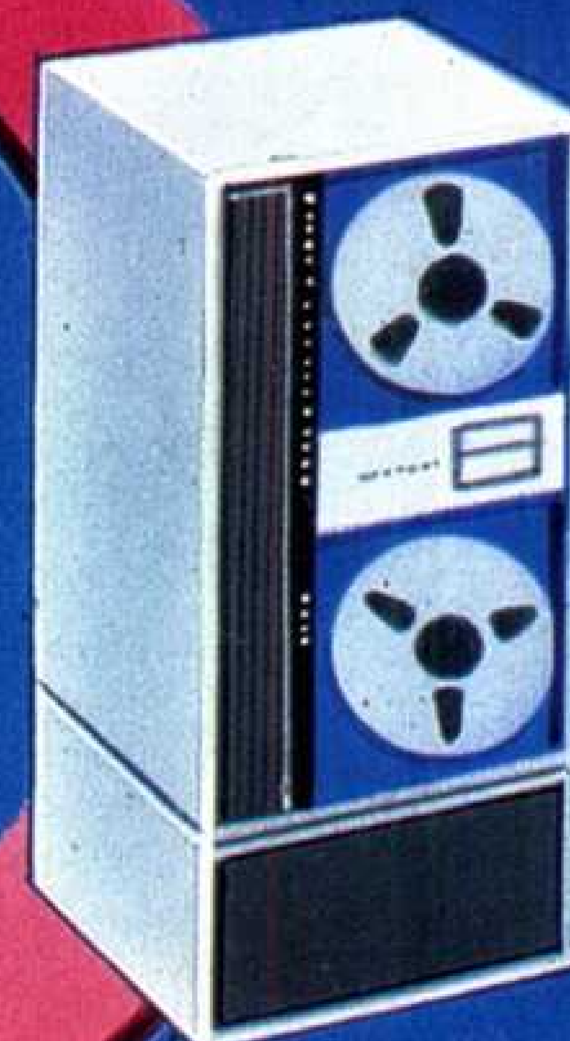
Así nació el proyecto SETI (Search for Extraterrestral Intelligence, búsqueda de inteligencia extraterrestre), presidido por el astrofísico norteamericano Frank Drake, pionero en el intento de conseguir una escucha en 1959 con el radiotelescopio de Green Bank (EEUU) utilizando un receptor con un solo canal. Escogió dos estrellas parecidas a nuestro Sol, tau Ceti y epsilon Eridani, y empleó un receptor con 21 centímetros de longitud de onda. De la segunda estrella llegó una señal, que Drake mantuvo en secreto hasta que descubrió que procedía de una 'inteligencia' terrestre: se trataba de un avión espía norteamericano U2, abatido por un misil soviético.



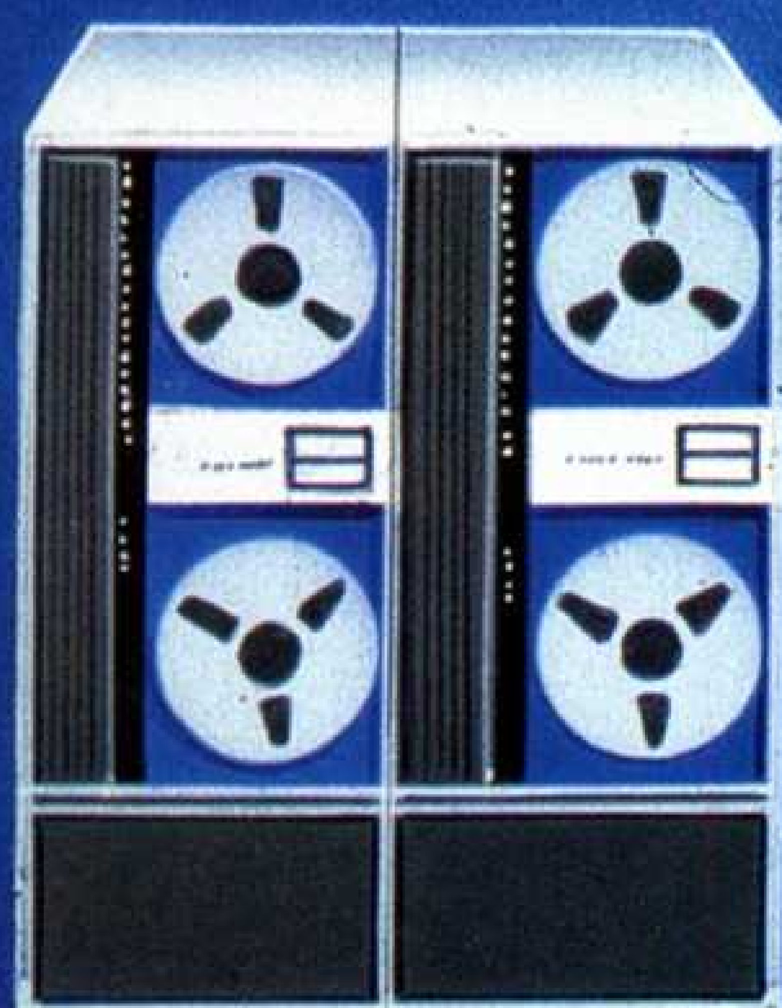


EL PIONERO
El astrofísico Frank Drake, presidente del proyecto SETI para la búsqueda de inteligencia extraterrestre, fue el primer científico que intentó establecer contacto por radio con otras civilizaciones.

EL UNIVERSO EN LA RED
Un esquema de la red mundial de radiotelescopios que sondean el universo. Hasta ahora se han empleado más de 400.000 horas de rastreo, y recibido, día y noche, 1.000 millones de señales del espacio exterior: la mayoría son interferencias que no corresponden a señales extraterrestres.



Nature 1959
Cocconi, Morrison





CÓMO SE SELECCIONAN LAS VOCES CÓSMICAS
En tablas similares a ésta los científicos anotan los resultados de la búsqueda de señales extraterrestres obtenidos sintonizando los radiotelescopios en las frecuencias más plausibles, las mismas que la del átomo de hidrógeno, el elemento más abundante en el universo. La tabla refleja los datos recogidos a lo largo de 436 observaciones en el radiotelescopio de Arecibo entre octubre y noviembre de 1992. En las tres primeras columnas se indican los elementos identificativos de la estrella hacia la que apunta el telescopio. En las dos siguientes, su distancia de la Tierra en años luz y las magnitudes aparentes de la estrella. En las últimas cuatro se anota la frecuencia de escucha de cada estrella. Los cuadros grises y rojos indican que merece la pena realizar una escucha más detallada. Después de rigurosos controles, sólo se pudo confirmar que no procedían de otras formas de vida, sino de fuentes naturales.

HRMS Número Tarjeta	Galaxia	Otro nombre	Distancia	Magnitud Aparente	21 cm Frecuencia Bandas			
					1406 MHz	1414 MHz	1422 MHz	1430 MHz
1000	27	54 PISCIUM	34	5.85	*	*	*	*
1001	68	107 PISCIUM	26	5.22	*	*	*	*
1002	113AB		59	7.61	*	*	*	*
1004		HD 21663	72	8.32	*	*	*	*
1005	176.2		73	8.00	*	*	*	*
1006	209		58	7.67	*	*	*	*
1007	233AB	OU GEM	49	6.76	*	*	*	*
1009	292.1		92	7.87	*	*	*	*
1010	315		64	7.64	*	*	*	*
1011	337A	Pi 1Cancri	72	7.25	*	*	*	
1012		HD 89906	82	7.28	*	*	*	
1013	452.3A		63	8.22	*	*	*	
1014	452.3B		63	8.43	*	*	*	
1015		GL Virg	21	13.81			*	
1016	505A		39	6.59	*	*	*	
1017	566AB	Xi Bootis A.B	22	4.70	*	*	*	*
1019	567		38	6.02	*	*	*	
1020	615.1A	49 Serpens	63	7.36	*	*	*	*
1021	627A		56	7.68	*	*		*
1022	697		59	8.48	*	*	*	*
1024	746		55	6.07	*	*	*	
1025	797A		65	6.45	*	*	*	*
1026	836.7		49	5.94	*	*	*	*
1027		Wo 9798	76	8.30	*	*	*	*
1028	896AB	EQ Peg A.B	21	10.38	*	*	*	*

Los sonidos del cosmos

Transcurridos 40 años desde que Cocconi y Morrison desarrollaron su teoría, los proyectos OZMA y SETI han dado pasos gigantescos. Especialmente gracias a las fundaciones privadas de Silicon Valley, ya que en 1993 el Congreso de los Estados Unidos cortó la financiación como consecuencia de la batalla desencadenada por el senador Bryan, que opinaba que todos estos años de proyecto «no habían servido ni siquiera para capturar a un hombrecito verde».

En la actualidad, la investigación sigue dos direcciones: la del proyecto Phoenix, incluido en el SETI (famoso gracias a la película Contact, basada en la novela del pionero de la bioastronomía americana, Carl Sagan, fallecido en 1996) y la del proyecto Serendip de la Universidad de Berkeley.

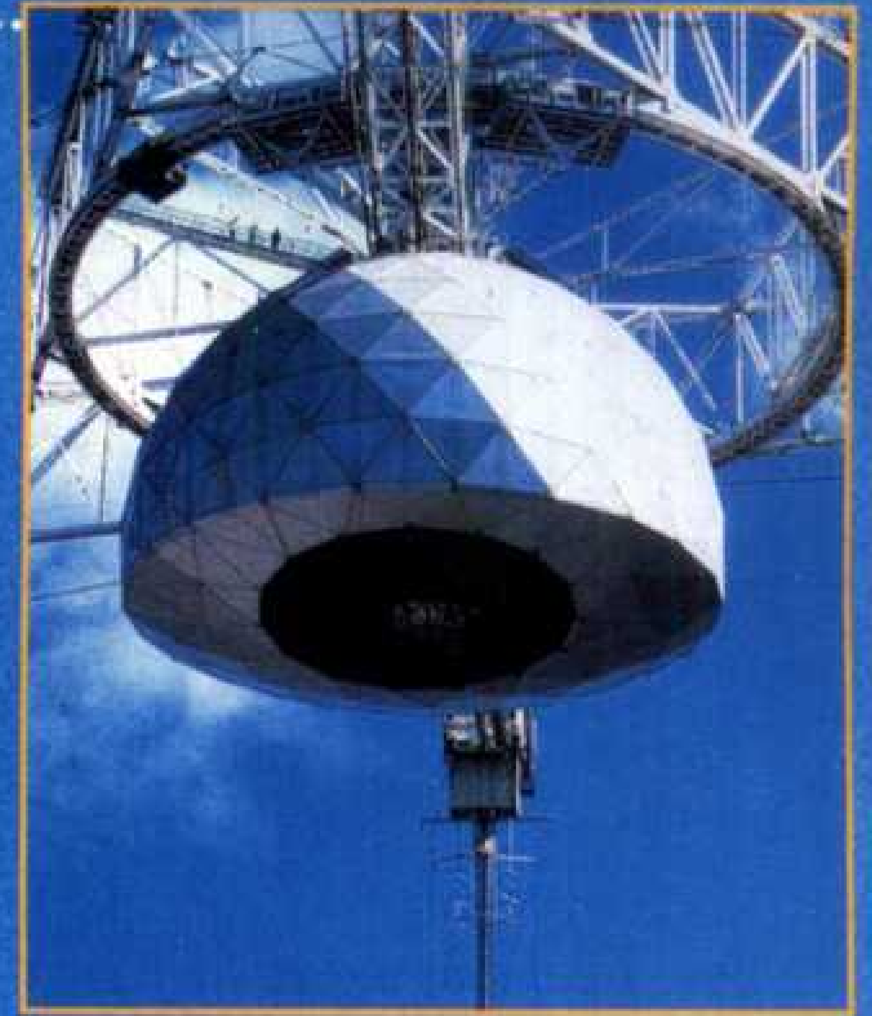
El objetivo del Phoenix es explorar la banda de frecuencia 1-2 GHz de las 1.000 estrellas de tipo solar más cercanas a nosotros con la mayor sensibilidad posible. Para ello utilizan los mayores radiotelescopios del mundo: Arecibo, Parkes, Green Bank y Nancay. Esta exploración se concentra en buscar señales de banda estrecha (inferiores a 300 Hz), difícilmente casuales, que podrían indicar la existencia de una civilización tecnológica.

El Serendip (búsqueda de emisiones de radio extraterrestres de civilizaciones inteligentes relativamente cercanas) se basa en la observación pasiva, ya que no permite controlar ni la frecuencia ni la dirección, sino que registra todas las señales procedentes del radiotelescopio de Arecibo sin interrumpir las observaciones astronómicas del programa. Utiliza el espectómetro multicanal más sofisticado (cada canal puede definirse como un receptor en sí), con 168 millones de canales, cada uno de menos de 0,6 Hz de banda, que cubre una región espectral de 100 MHz con una capacidad de cálculo de 200.000 millones de operaciones por segundo. Con este instrumento se pretende realizar un mapa de la esfera celeste en torno a la frecuencia del hidrógeno, entre 1.327 y 1.500 MHz.

Phoenix y Serendip, dos proyectos para oir las 'voces' del universo

Recientemente, un grupo del proyecto italiano de bioastronomía ha adquirido para el Instituto de Radioastronomía del Centro Nacional de Investigación de la localidad de Medicina, cercana a Bolonia, un espectómetro de cuatro millones de canales, con lo que Italia pasará a formar parte del proyecto SETI, en el que ya participan los Estados Unidos, Australia y Francia.

Gracias a estos nuevos espectómetros se podrá resolver el problema del *ruido* de radio, debido a la ionosfera de la Tierra, cargada de millones de frecuencias terrestres artificiales (además de las naturales procedentes del cosmos). Por esta razón, Frank Drake se ha mostrado muy optimista: espera establecer el primer contacto con civilizaciones extraterrestres en los próximos 10 años.



UNA ANTENA DE 300 METROS Dos imágenes del radiotelescopio de Arecibo. A la derecha, un detalle del subreflector, de 90 toneladas de peso, suspendido a 130 metros por encima del reflector principal, situado en un cráter natural con un diámetro de unos 305 metros.

Cuatro países en busca de vida inteligente

• **Estados Unidos, Francia, Australia e Italia** son los países que más en serio se han tomado el proyecto SETI, siglas en inglés que hacen referencia a la búsqueda de inteligencia extraterrestre. De momento, los cazadores de señales inteligentes no han detectado mensaje alguno que merezca la pena ser considerado como un intento real de contacto. Falsas alarmas ha habido muchas en los últimos años con resultados semejantes en todos los casos: se trataba de interferencias producidas por el campo magnético de nuestro planeta. Aún así, los especialistas no pierden la esperanza. El bioastrónomo español Juan Oró, uno de los pioneros de SETI en la NASA, sostiene que no hay suficientes datos para descartar la existencia de vida inteligente más allá de nuestras fronteras.



Recientemente se ha descubierto un planeta extrasolar, el más cercano a la Tierra, bajo cuya superficie puede haber agua, según los cálculos de los astrónomos. Francia e Italia lideran el SETI en Europa. «El instrumento con el que trabajamos puede seguir cuatro millones de longitudes de onda a la vez», explica Stello Montebugnoli, responsable del proyecto en el país alpino . El aparato utilizado en Italia es un préstamo de la Universidad de Berkeley a plazo indefinido. La tan esperada señal no debe ser una comunicación compleja, basta con una transmisión en una frecuencia precisa y constante. Además, «este tipo de señal no se da en la naturaleza, por lo que hallar una sería una prueba de la existencia de una civilización alienígena», añade Montebugnoli.

Salto al infinito


Hará falta mucha suerte para establecer un verdadero *contacto* extraterrestre, ya que también será necesario topar con una civilización que tenga, al menos, las mismas características tecnológicas que la nuestra. Es posible que civilizaciones con miles o millones de años más avanzadas que la nuestra no tengan necesidad de la radio para comunicarse, sino que lo hagan por telepatía... ¿Qué hacer en ese caso?

En la actualidad, científicos de todo tipo, filósofos, sociólogos, teólogos y juristas, se están preparando para diseñar un plan de acción en caso de que se produjera el acontecimiento más importante de la historia de la Humanidad. Éste ha sido el tema principal del congreso SETI celebrado en Sydney, que contó con la presencia de más de 100 especialistas de distintas disciplinas.

En caso de que se produjera un contacto, ¿quién estaría autorizado para anunciarlo a la población mundial?, ¿cómo habría que actuar para evitar escenas de pánico colectivo o de exaltación en masa?, ¿quién respondería a la señal en nombre de todo el planeta? Estas son sólo algunos de los múltiples interrogantes a los que no será fácil encontrar una respuesta ya que la ciencia siempre ha pretendido mantener su independencia respecto a la política y la religión. Por este motivo, ya en los años 80, la Academia Internacional de Astronáutica desarrolló un primer protocolo SETI titulado: 'Declaración de principios relativos a las actividades derivadas de la revelación de inteligencia extraterrestre', (ver recuadro).

En Sydney, un teólogo y científico holandés expuso la posición actual de la Iglesia, que reconoce, en caso de contacto, la validez tanto desde el punto de vista científico como desde el teológico, posturas que, por desgracia, han estado en claro desacuerdo desde los tiempos de Darwin.

Tanto la ciencia como la teología se preocupan del universo en el que vivimos. La primera se cuestiona el origen del universo; la segunda se preocupa más por las razones de la creación, sus objetivos y destino. La ciencia se sirve de la observación, de los experimentos y la lógica matemática, mientras que la teología se basa en la Biblia, las tradiciones y la razón. Hoy en día, como consecuencia de los últimos descubrimientos de la ciencia, el teólogo no tiene más remedio que afrontar la posibilidad de la vida extraterrestre en todas sus formas.



LIBROS

Cristiano Batalli Cosmovici, Stuart Bowyer, Dan Werthimer
Astronomical and Biochemical Origins and the Search for Life in the Universe
Editorial Compositores

Carl Sagan, *Contact*. Plaza y Janes

Luis Ruiz Gopegui, *Mensajeros cósmicos*. McGraw Hill

INTERNET

@ http://setii.setileague.org/ press/pressrel.htm
@ http://www.seti-inst.edu/welcome-page.html
@ http://coder-dc.macarthur.uws. edu.au/html/what.htm

El protocolo Seti

Qué hacer en caso de 'contacto'

• **El actual protocolo SETI,** elaborado por la comunidad científica internacional en los años 90, establece los principios por los que deberían regirse las autoridades terrestres si se produjera un contacto con otra civilización. Además, sugiere que, en caso de probarse la credibilidad de la señal, habría que informar en el siguiente orden:

- A las autoridades del país que ha contactado.
- A los demás radioastrónomos del proyecto SETI.
- Al Secretario de las Naciones Unidas.
- A las diversas asociaciones científicas internacionales.

A continuación se podría divulgar la noticia más importante de la historia de la Humanidad, a fin de evitar una crisis de histeria colectiva.

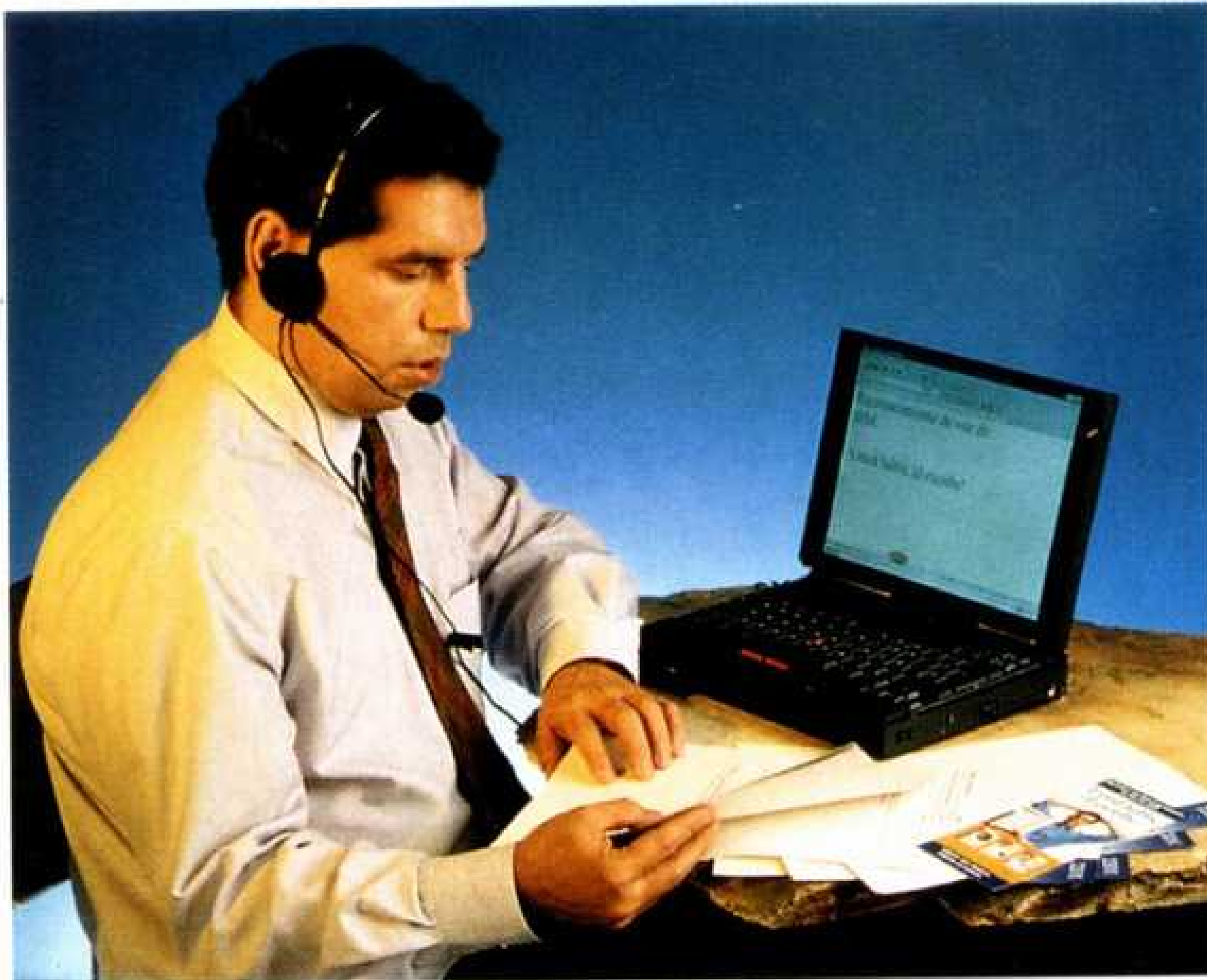
EN LOS CONFINES DE LA REALIDAD La fantasía de escritores y directores de cine ha dibujado encuentros directos con seres extraterrestres que llegan a la Tierra a bordo de enormes naves espaciales. En realidad, si alguna vez se produce un contacto, será captando impulsos de radio enviados por planetas situados a miles de años luz del nuestro.

El Colegio de Ingenieros de Telecomunicación anuncia que la cuarta parte de la población española (9,5 millones) utilizará Internet en el año 2001. Además, habrá unos 17 millones de líneas de telefonía fija y unos 10,5 millones de usuarios de telefonía móvil.

Sección coordinada por Alberto de las Fuentes

Los bebés hablan como adultos

Seguro que ha visto en la tele un anuncio de un bebé que se expresa como un adulto. Las expresiones y el movimiento de los labios son de una persona de 40 años. Lógicamente, no se trata de un actor superdiminuto o con un maquillaje genial, sino de una animación por ordenador. Como las que hace la empresa británica TeleVirtual que ha desarrollado un software, MASK-VR, que capta cualquier gesto y lo reproduce en tiempo real. Para lograr animaciones realistas, basta con pegar unos cuantos electrodos en la cara de un actor, que se colocará frente a una cámara capaz de captar sus movimientos faciales y corporales y reproducirlos inmediatamente en un personaje creado por el ordenador. Para saber más de estos productos, visite http://www.televirtual.com



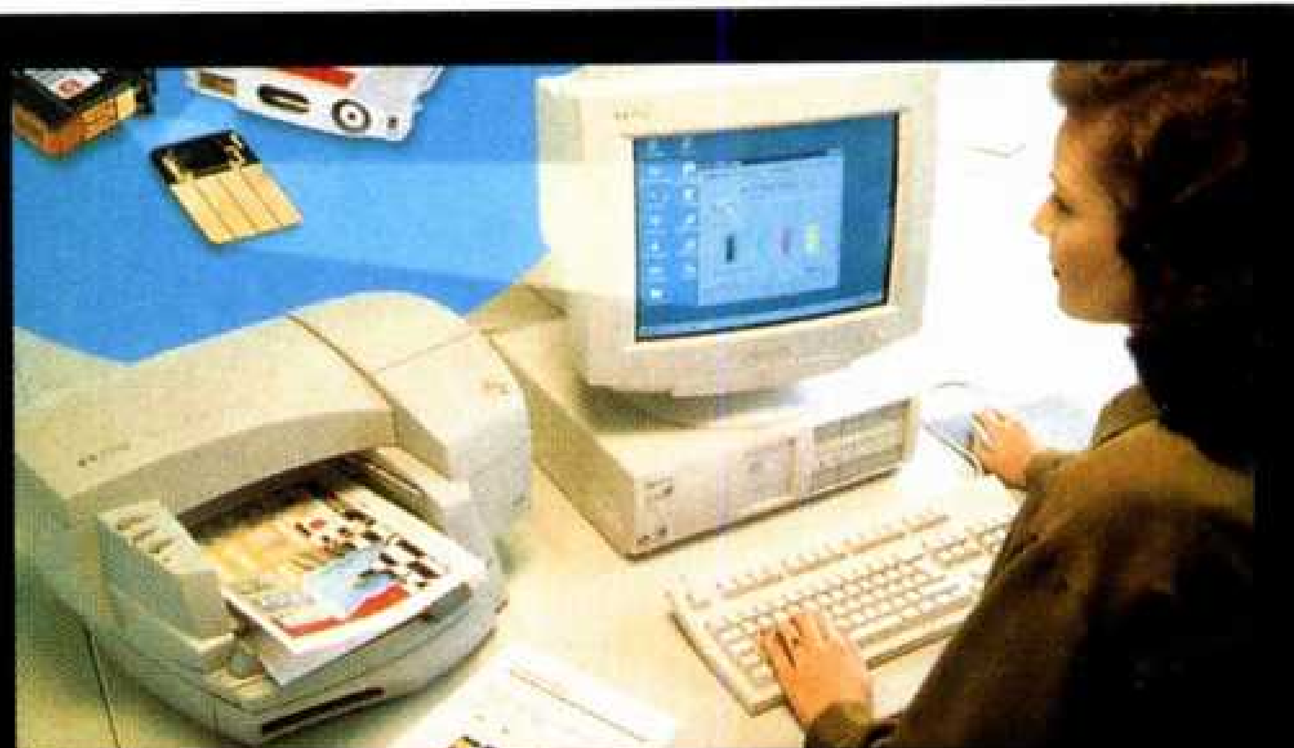
La voz sustituye al teclado en los ordenadores

El ordenador central de la nave estelar de *2001, Odisea del Espacio* está a punto de convertirse en realidad. En dicha película, los hombres no tecleaban ni escribían, sino que hablaban con la computadora como si ésta fuera un ser humano. Es uno de los sueños de la informática: que los ordenadores entiendan todo lo que les decimos y actúen en consecuencia. Para hacerlos posible, IBM lleva años desarrollando programas informáticos de reconocimiento de voz, cada vez más eficaces. Para septiembre se espera que esté disponible en las tiendas españolas ViaVoice 98. Con él se puede dictar texto y ejecutar comandos como abrir, guardar o imprimir. El producto tendrá un precio de 10.900 pesetas en su versión Home y de 33.900 pesetas, en la Executive. Para más información se puede llamar al teléfono 900.100.400 o visitar la página web http://www.ibm.com/viavoice

El perrito robot que se deja amaestrar

De momento es sólo un prototipo y es muy posible que nunca llegue a fabricarse en serie. Pero la mascota virtual de Sony no deja de ser un desarrollo que impresiona por su inteligencia y capacidad. Se trata de un robot con forma de perro que ve, oye y es capaz de expresar enfado y felicidad. Además, posee capacidad de aprendizaje y se deja amaestrar. Este animalito mecánico pesa sólo un kilo y medio y mide 22 centímetros de largo. Se mueve gracias a unas baterías de níquel-cadmio. Aunque no hay planes para su lanzamiento en el mercado no deja de ser una espléndida demostración de capacidad tecnológica por parte de sus fabricantes.





Impresoras de alta velocidad

No hace mucho, las impresoras eran unos mamotretos chirriantes y ruidosos que estampaban línea a línea, para desesperación de los usuarios. Las cosas han cambiado. Ahora, estas máquinas consumen menos tinta y son más silenciosas y rápidas. Recientemente, Hewlett-Packard ha presentado una nueva línea de impresoras de inyección de tinta, con un nuevo sistema que cuadruplica la velocidad habitual y con un rendimiento comparable al de las impresoras láser en color. Los nuevos periféricos, denominados HP 2000C y HP 2000CN, llegarán a España hacia mediados de octubre y su precio rondará las 130.000 pesetas más IVA. Para saber más sobre estos productos, se puede visitar la dirección de Internet http://www.hp.com/go/hp2000C o llamar al teléfono 902.150.151.

Jaque al faraón

En Egipto, ricos y pobres se entretenían con el 'senet' o juego de los perros y los chacales. A los romanos les encantaba el azar, pero tenían tableros por todas partes. Estos fueron sus pasatiempos y las reglas que los regían

POR ANDREAS M. STEINER

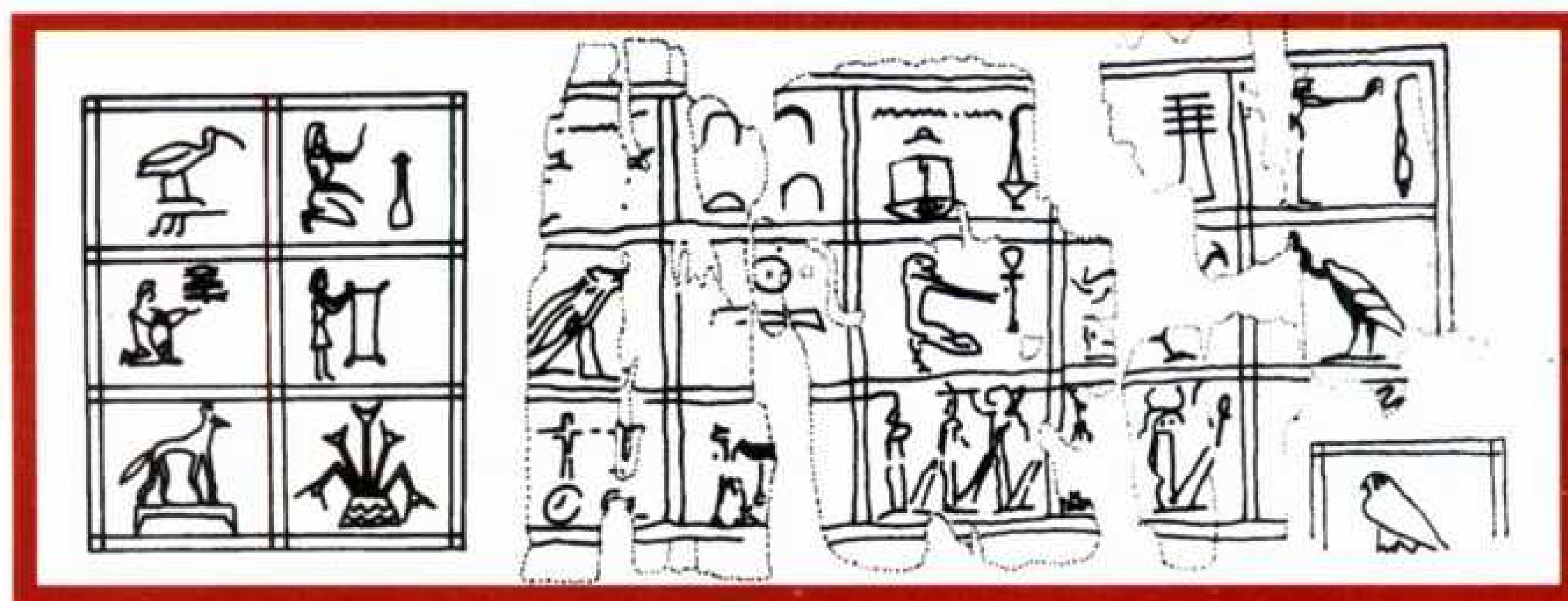
Los juegos, y en particular los de mesa, son ahora diversiones típicas de fechas familiares como la Navidad o la Nochevieja. La televisión, las videoconsolas o el ordenador han relegado a un segundo plano unas actividades que han ocupado el ocio de nuestros antepasados desde los tiempos más remotos. Pero en la Antigüedad, ¿cómo se divertían los egipcios, sumerios y romanos? Cuanto más lejos se mira hacia otras épocas, más aparece un aspecto del que hoy ya casi nadie se acuerda: el del juego como expresión del pensamiento mágico-religioso.

Antes de convertirse en un instrumento de recreo, el juego aparece conectado a prácticas adivinatorias y supersticiosas y, como tales, llevadas a cabo en determinados periodos del año. Sus reglas también se presentan como un aspecto fundamental y, sin embargo, por lo que se refiere a los más antiguos testimonios, apenas si se mencionan las instrucciones de uso: ¿de qué forma jugaban los hombres prehistóricos que se sentaban frente a un rectángulo de terracota (como el hallado

continúa en pág. 40



ASÍ SE DIVERTÍA TUTANKAMÓN
Sobre estas líneas, el tablero que utilizaba el faraón Tutankamón para jugar al *senet*, muy practicado en Egipto. El objetivo de este juego era completar un recorrido compuesto por 30 casillas. Debajo, una reproducción del papiro que se refiere las casillas de su tablero. Cada una de ellas tenía un nombre determinado: la del esputo, la de la vida, la del timón, la del pan, etc...





TODO UN RITUAL

El faraón que juega al *senet* es el tema de este magnífico papiro extraído del *Libro de los muertos*, el código ilustrado que enumera los procedimientos rituales que hay que seguir para acceder al mundo del más allá: el *senet* era uno de los ritos previstos. A la izquierda, dos estatuas con la forma de flautista, que actualmente se pueden admirar en los Museos Reales del Arte y la Historia de Bruselas.

en Slatino, Bulgaria, de 6.000 o 7.000 años de antigüedad) con la superficie marcada con 16 agujeros? O, por afinar más, ¿cuáles eran las reglas para mover las fichas, pequeñas guijas o incluso estiércol seco convertido en bolitas, sobre un misterioso tablero calcáreo encontrado en el desierto de Negev, en Israel, que también tenía agujeros pequeños?



EL JUEGO DE LOS PERROS Y LOS CHACALES Un precioso mueble de juego hecho en madera, marfil y ébano, también conocido como el *de los 58 agujeros* por el número de casillas que las fichas (con la cabeza en forma de perro o chacal) tenían que recorrer. Este juego egipcio se asemeja mucho al de la oca. Debajo, una reproducción del plano de la mesa.

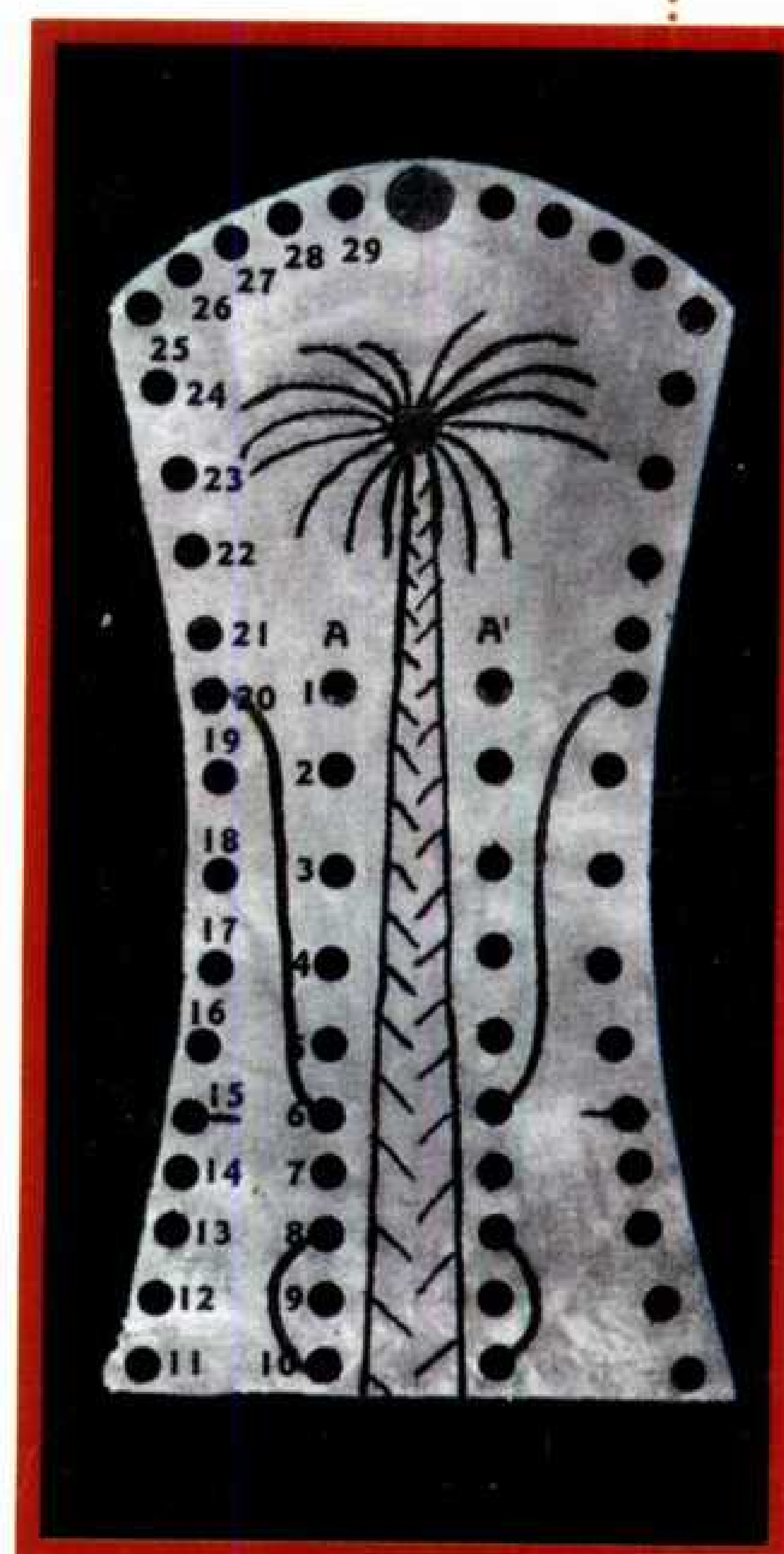
▶ Marfil y madera noble

Probablemente, el mejor testimonio de estos primitivos juegos de mesa sea el *senet*, pasatiempo preferido de los antiguos egipcios. Lo practicaban tanto niños como adultos, ricos como pobres; y si estos últimos dibujaban sus tableros en la arena y utilizaban toda suerte de artilugios a modo de fichas, los más pudientes contaban con magníficos tableros de marfil y madera y con fichas talladas en madera, cerámica esmaltada u otros materiales nobles. Pero su importancia iba más allá de la simple existencia terrenal: en el famoso *Libro de los Muertos*, el magnífico código ilustrado que relaciona todos los procedimientos rituales que debían seguirse para acceder al mundo del más allá, un pasaje recordaba precisamente que el difunto tenía que jugar una partida de *senet* con un adversario invisible, otro ejemplo del sentido sagrado que tenía el juego en aquella época. Las reglas del *senet* no han sido transmitidas de forma directa, pero se han podido reconstruir gracias a la paciente labor de los arqueólogos, que han examinado todas sus representaciones, y de los etnógrafos que han partido de las reglas de los juegos todavía vigentes para confrontarlas después con los distintos hallazgos arqueológicos. Los expertos han concluido en que se trataba de una carrera de velocidad entre dos jugadores. Cada uno de ellos disponía de cinco fichas, o siete según otras fuentes, en blanco y negro para diferenciarse.

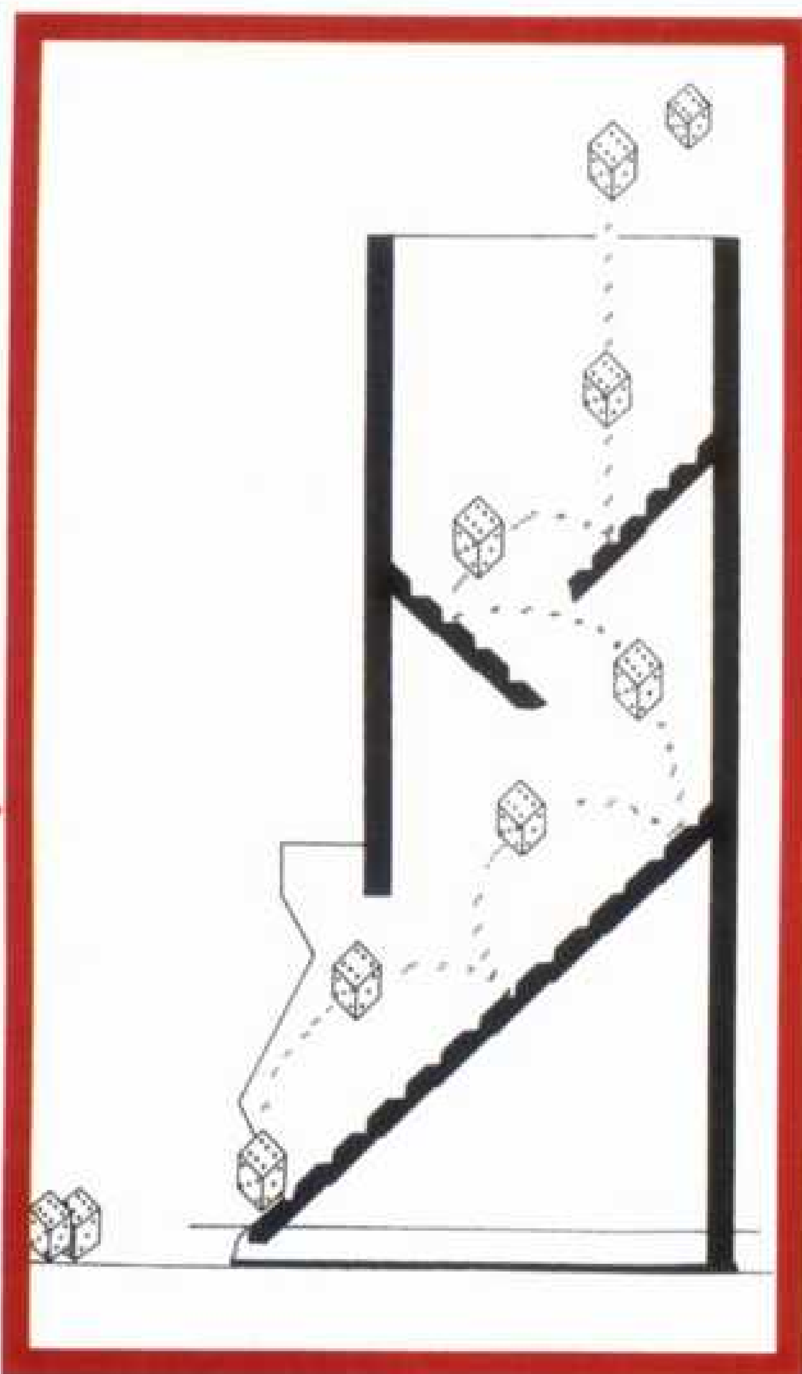
Para acceder al más allá había que jugar una última partida

El objetivo era completar un recorrido que constaba de 30 casillas repartidas en tres hileras paralelas de 10 casillas cada una, numeradas de forma secuencial y designadas por un nombre. Las fichas se movían de la casilla una a la 10, después de la 11 a la 20 y de la 21 a la 30.

Para iniciar el juego, las fichas se colocaban alternativamente sobre las 10 o 14 primeras casillas. Para moverse, los jugadores lanzaban cuatro fichas con una cara blanca y otra negra. Las combinaciones de las tiradas daban las siguientes puntuaciones: una blanca y tres negras valía un punto; dos blancas y dos negras, dos puntos; tres blancas y una negra, cuatro puntos; y cuatro negras, cuatro puntos. Según la puntuación obtenida se movían las fichas hacia atrás o adelante. Cuando todas las fichas de un mismo color se encontraban en la última fila, podían terminar el recorrido alcanzando



continúa en pág. 42 →





IMPOSIBLE HACER TRAMPAS
La *turricula* romana contenía en su interior láminas que marcaban el recorrido de los dados cuando se alzaba una de las paredes de la torre. Debajo, el tablero para el *juego de la serpiente*, probablemente el más antiguo pasatiempo de los egipcios.



Los arqueólogos tratan de reconstruir antiguas reglas perdidas

una a una la última casilla del tablero. El jugador que conseguía llevar en primer lugar todas sus fichas a la última casilla ganaba.

Naturalmente el juego se complicaba porque había que respetar ciertas reglas: si una ficha caía en una casilla ocupada por otra, ésta tenía que abandonar la casilla y ponerse en la que acaba de dejar libre el *invasor*. Además, si las fichas de un mismo color ocupaban dos casillas seguidas, las del oponente no podían atacar, por lo que tenían que variar su recorrido. Si las fichas seguidas eran tres, formaban una fortaleza infranqueable. La casilla 27, marcada por el signo jeroglífico del agua (tres pequeñas líneas onduladas), era una emboscada: si una ficha tenía la mala fortuna de caer en ella, tenía que volver al principio, a la casilla uno, o a la contigua si ésta estaba ocupada.

▸ El juego de la serpiente

En Egipto, antes de la época faraónica, se ejecutaban fascinantes obras hechas a mano, testimonios mudos de un juego que seguramente tendría en su origen un profundo sentido religioso. Uno de ellos lo formaba un tablero circular, de casi 30 centímetros de diámetro, que representaba las vueltas concéntricas de una serpiente enroscada sobre sí misma y cuyas escamas constituían las casillas. Las reglas del *juego de la serpiente* (así era como se llamaba) se han perdido completamente y sólo han podido formularse hipótesis. Según Marco Fitta, que ha dedicado a los juegos antiguos un interesante volumen (*Juegos y juguetes en la antigüedad*, de la editorial Leonardo Arte), el de la serpiente podría compararse con el *juego de la hiena*, que todavía hoy se practica en Sudán, donde las fichas tienen que seguir un recorrido en forma de espiral formado por agujeros cavados en la arena.

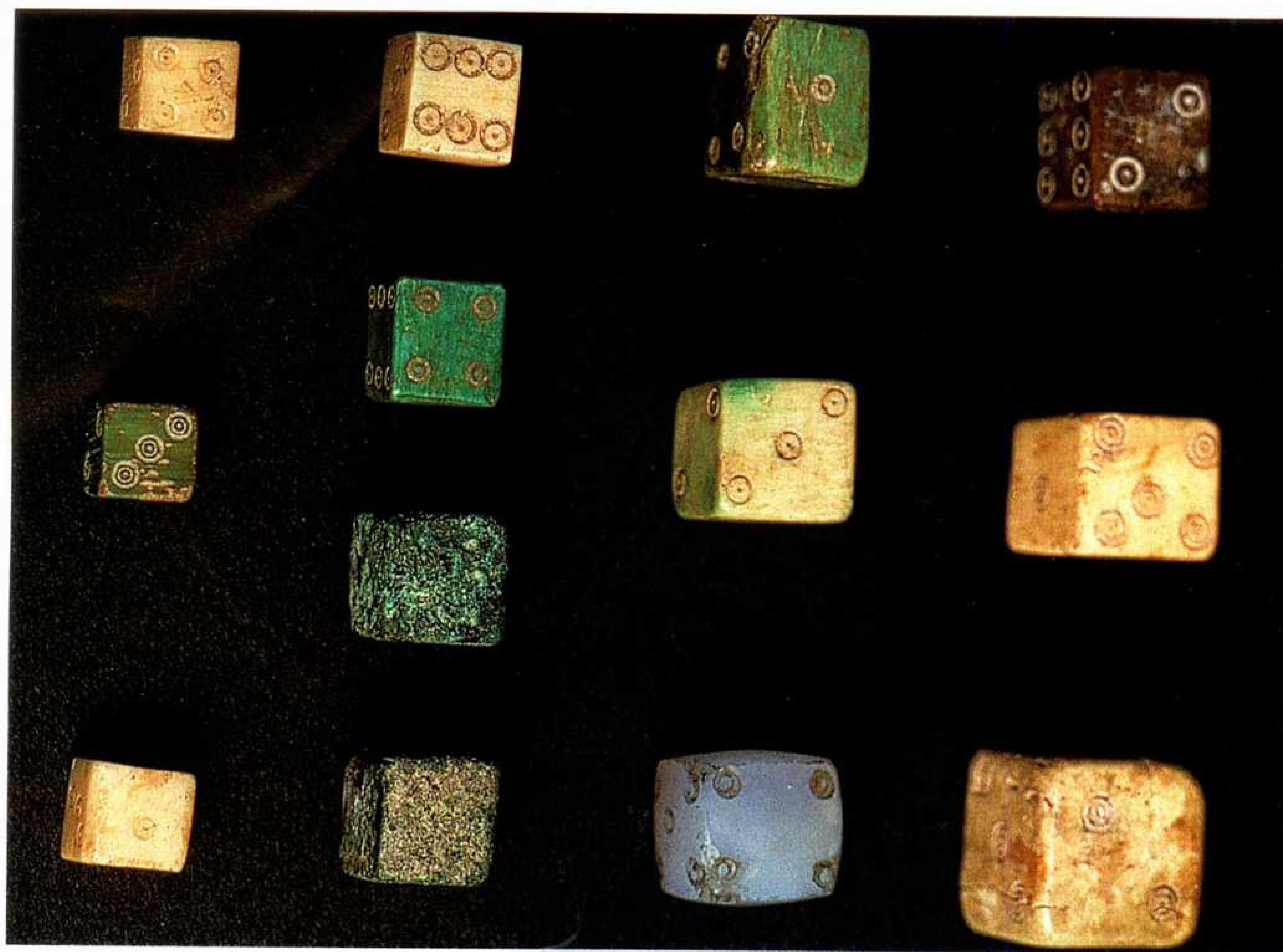
Muy parecido a nuestro juego de la oca era el egipcio *de los perros y chacales*, también llamado *de los 58 agujeros*: la partida se desarrollaba entre tres jugadores y cada uno poseía tres fichas en forma de palito. El nombre del juego se debe precisamente a la punta de las fichas, que reflejaban animales con las orejas gachas, en el caso de los perros, o puntiagudas y rectas para los chacales. Sobre la mesa, había dibujados dos recorridos jalonados de agujeros que confluían con otro situado en el centro. El jugador que conseguía llevar primero todas sus fichas al agujero central ganaba la partida.

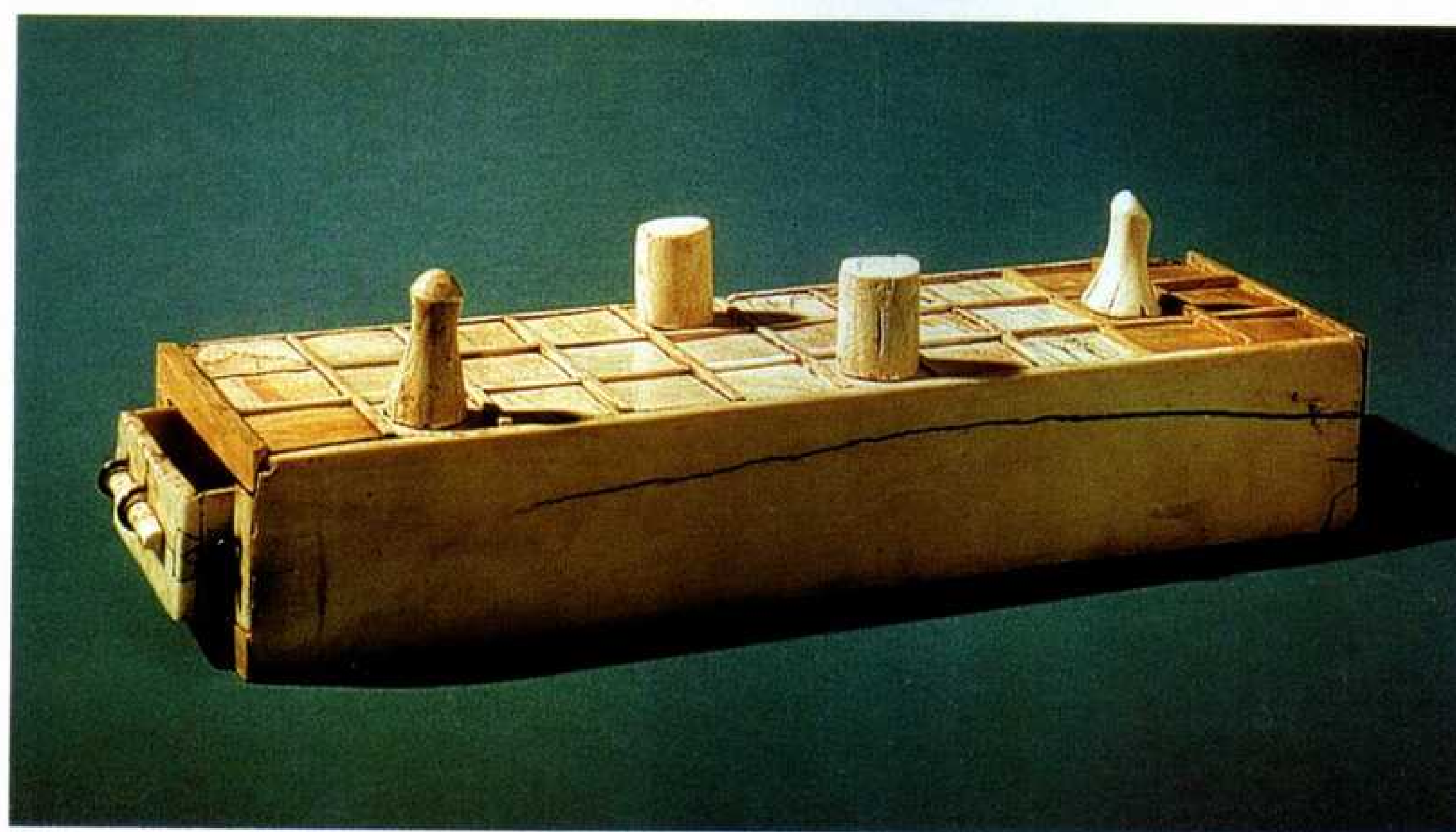
Pero, probablemente, el descubrimiento arqueológico más importante en lo que a juegos de mesa se refiere fue el que se produjo en los años 20 en Mesopotamia, en el sur de lo que hoy es Irak. Aquí el famoso arqueólogo inglés Leonard Woolley, excavando en las tumbas reales del mítico Ur, descubrió un tablero construido en piedra dura, nácar y lazulita que hoy se exhibe como uno de los grandes tesoros en la sección dedicada a los sumerios (la civilización que el tercer milenio a. C. fundó Ur), en el Museo Británico de Londres.

continúa en pág. 44 →

▶ El mítico tablero de Ur

También en este caso se trata de un tablero con tres filas de casillas, ocho en la central y seis en las dos laterales. Junto a él, se encontraron siete fichas negras y siete blancas, así como seis *dados* en forma de pirámide. Tampoco se conocen con exactitud las reglas que presidían este juego, aunque sí se han formulado algunas hipótesis muy interesantes. Se trataba de un pasatiempo bastante competitivo en el que los dos participantes tenían que completar, con todas sus fichas, un recorrido distinto, al menos en una parte del tablero. Además de depender de la puntuación conseguida con los dados, tenían distintas posibilidades para mover las fichas, lo que convertía el tablero de Ur en un juego de estrategia, donde el más hábil dominaba la partida con sus movimientos maestros.





JUEGOS DE AZAR
Arriba, distintos tipos de dados, piezas clave de los juegos de azar, que se usaban también en los de mesa. Junto a estas líneas, un tablero con uno de sus lados dedicado al *senet* y el otro al *tau*, dos pasatiempos bastante parecidos.

▶ Los juegos romanos

Los romanos eran mucho más aficionados a la práctica de los juegos de azar, apostando con los dados y en las peleas de gallos, aunque no por eso dejaban de lado los pasatiempos de mesa, una afición que, con toda probabilidad, heredaron de los griegos. Una de las particularidades más sorprendentes era la costumbre de jugar, no sólo sobre la mesa sino un poco por todas partes. Se han encontrado tableros de distintas formas y dimensiones grabados sobre las losas de piedra del pavimento de los foros en varias ciudades del Imperio, como el caso de los 57 tableros de Itálica, cerca de Sevilla, la sede de la familia del emperador Adriano, o el hallado en el Foro Romano, sobre la escalinata de la Basílica Julia.

No era sólo cuestión de suerte, sino de una refinada estrategia

Los más comunes y numerosos tienen forma circular, mientras que existen otros rectangulares, aunque en ambos casos puede asegurarse que se trata de los antepasados de los actuales juegos de las tres en raya o las damas.

Por último, entre las prácticas comunes que requerían cálculo y astucia destacaba el llamado *ludus latrunculorum*, el juego de los *latrunculi*, término con el que hasta el siglo I a. C. se designaba a los mercenarios y que con el tiempo vino a aplicarse a los ladrones. De hecho, cuando el término asumió su significado moderno, las fichas del juego pasaron a llamarse *milites* y *bellatores* (soldados y guerreros). Se trataba de un auténtico juego de estrategia bélica en el que el tablero, compuesto de 74 casillas, formaba un campo de batalla. Para ganar, cada jugador, provisto de 16 fichas, ocho grandes y ocho pequeñas, tenía que adentrarse en el campo del enemigo e invadirlo, de acuerdo con una serie de normas que estaban a medio camino entre las reglas de las damas y el ajedrez.

INTERNET SE USA CADA VEZ MÁS como alternativa a los medios de comunicación tradicionales. Según el Pew Research Center, el 20% de los norteamericanos visita páginas de Internet con noticias, al menos una vez a la semana, más del triple de las personas que lo hacían dos años atrás.

SECCIÓN COORDINADA POR ALBERTO DE LAS FUENTES

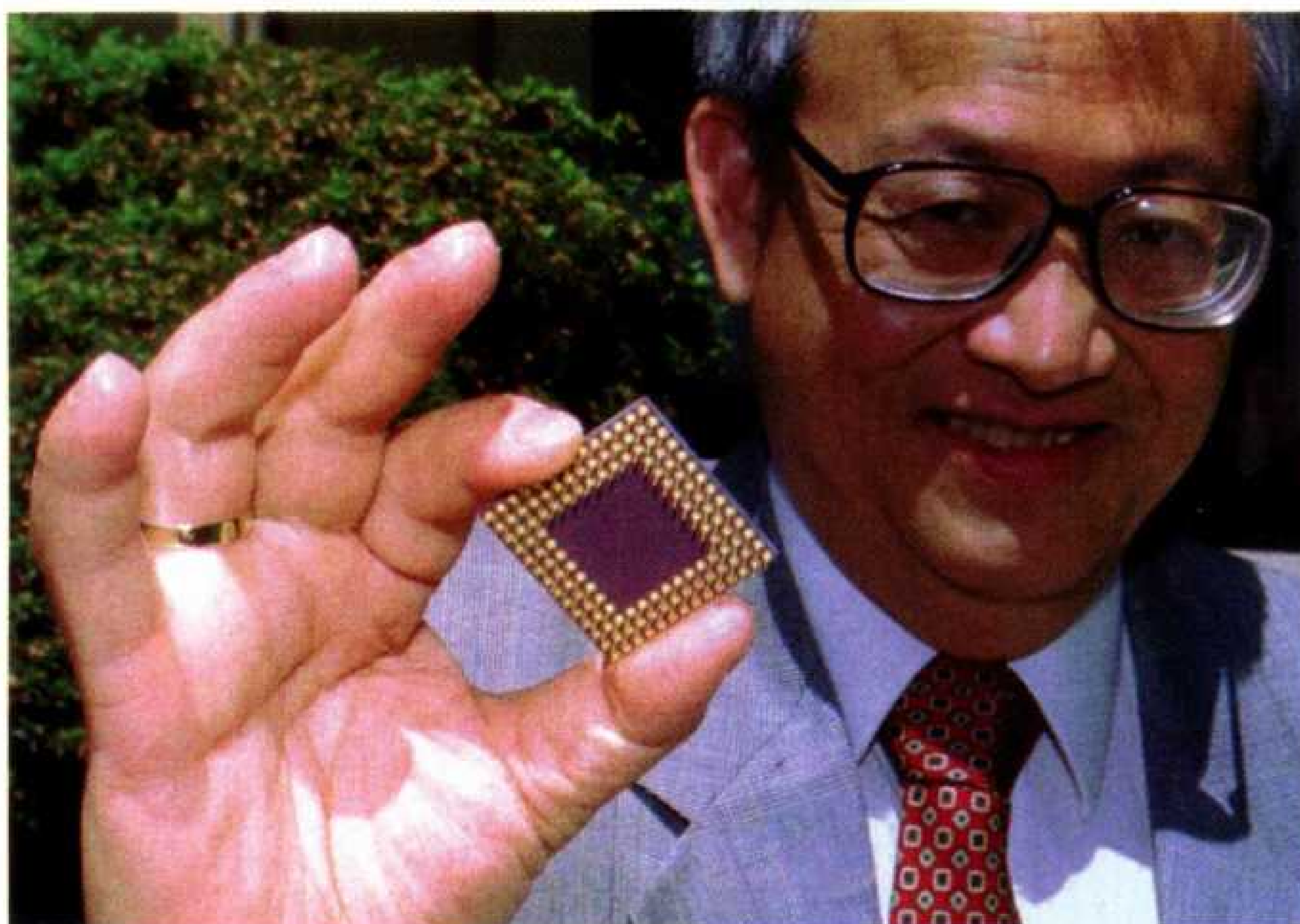
La guerra de los microchips

▸ La continua carrera por fabricar microprocesadores más pequeños se encuentra con un obstáculo en su camino: los límites de la física

Una frase resume el espíritu de los Juegos Olímpicos: «Más lejos, más alto, más fuerte». De la misma forma se podría representar la lucha de la industria informática por obtener chips más potentes. Siempre «más pequeño, más frío, más limpio». «Más pequeño» porque, al disminuir el tamaño de los circuitos, caben más en el mismo espacio, aumentando potencia y velocidad. «Más frío» porque, cuanto más juntos estén los circuitos, más tendencia tienen a actuar como una resistencia y calentarse. Hay que disipar este calor para que no se estropee el chip. Y «más limpio» porque, al ser tan pequeños los microprocesadores, cualquier partícula de polvo que se incrustara en un circuito lo echaría a perder.

Bajo estas tres exigencias, la industria de la microinformática lleva tres décadas cosechando éxitos. En 1971, los primeros chips conseguían integrar en las pequeñas pastillas de silicio unos 2.300 circuitos. Hoy, un Pentium II tiene más de 10 millones de estos circuitos. La evolución es asombrosa y responde a una norma no escrita que se conoce como la Ley de Moore: cada 18 meses el doble de potencia. La actual revolución de la informática debe su existencia a esta continua ampliación de la capacidad de computación.

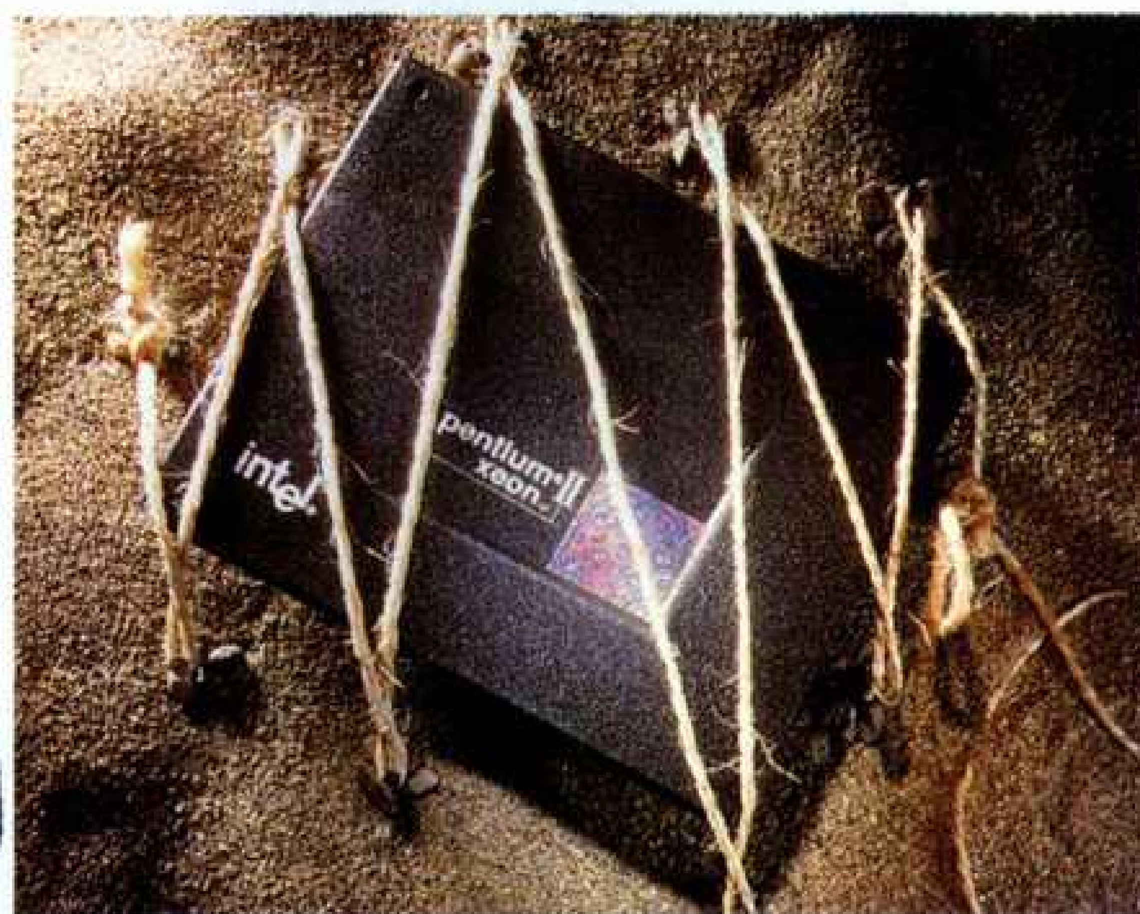
El problema es que, en esta carrera por el tamaño más pequeño posible, se está llegando a lo que muchos consideran los límites de la física. Por ejemplo, los circuitos de un chip Pentium pronto tendrán sólo 50 átomos de ancho. Y con la tecnología actual de impresión por litografía (impresión por luz) no se puede ir mucho más lejos. A partir de cierto punto, la luz se convierte en rayos X y no es capaz de actuar sobre los átomos sin alterar su composición. Físicamente, no se puede hacer chips más pequeños.



NUMEROSAS APLICACIONES
Para el año 2010 los microprocesadores podrían incorporar hasta 1.000 millones de circuitos. Algunos expertos consideran que se habrá alcanzado el límite físico.

Algunos expertos consideran que este límite se alcanzará para el 2010. Entonces, un microprocesador podría llegar a tener unos 1.000 millones de circuitos. No habría forma de ir más allá. Tras décadas de evolución, el final. ¿Significa esto que los ordenadores no van a avanzar mucho más? Afortunadamente para la industria, parece que no va a ser así. Sencillamente, una tecnología que ha sido útil durante más de 30 años va a tener que ser sustituida por otra.

Ya se está trabajando con modelos de procesadores químicos



Una de las opciones con más posibilidades es la que se conoce como *luz ultravioleta extrema* (EUV, External UltraViolet). Los experimentos en laboratorio muestran que son capaces de lograr impresiones mucho más pequeñas que las que se obtienen con la tecnología actual. Intel, la empresa que produce más del 80% de los chips existentes, ha apostado por este sistema y está financiando a los laboratorios que lo desarrollan: el Lawrence Livermore National Laboratory y los Sandia National Laboratories en Livermore, así como el Lawrence Berkeley National Laboratory. Todos ellos ubicados en California.

El gran problema es saber si lo que es posible en laboratorio, puede luego reproducirse en una planta de producción, con un coste aceptable. Algo que aún no está claro.

Además del sistema de *luz ultravioleta extrema*, hay varios laboratorios trabajando con sistemas de estampado por rayos X y por bombardeo con electrones. Estas tecnologías aún están verdes, pero cualquiera de las tres puede ser la que solucione los actuales problemas para la fabricación de chips de mayor capacidad.

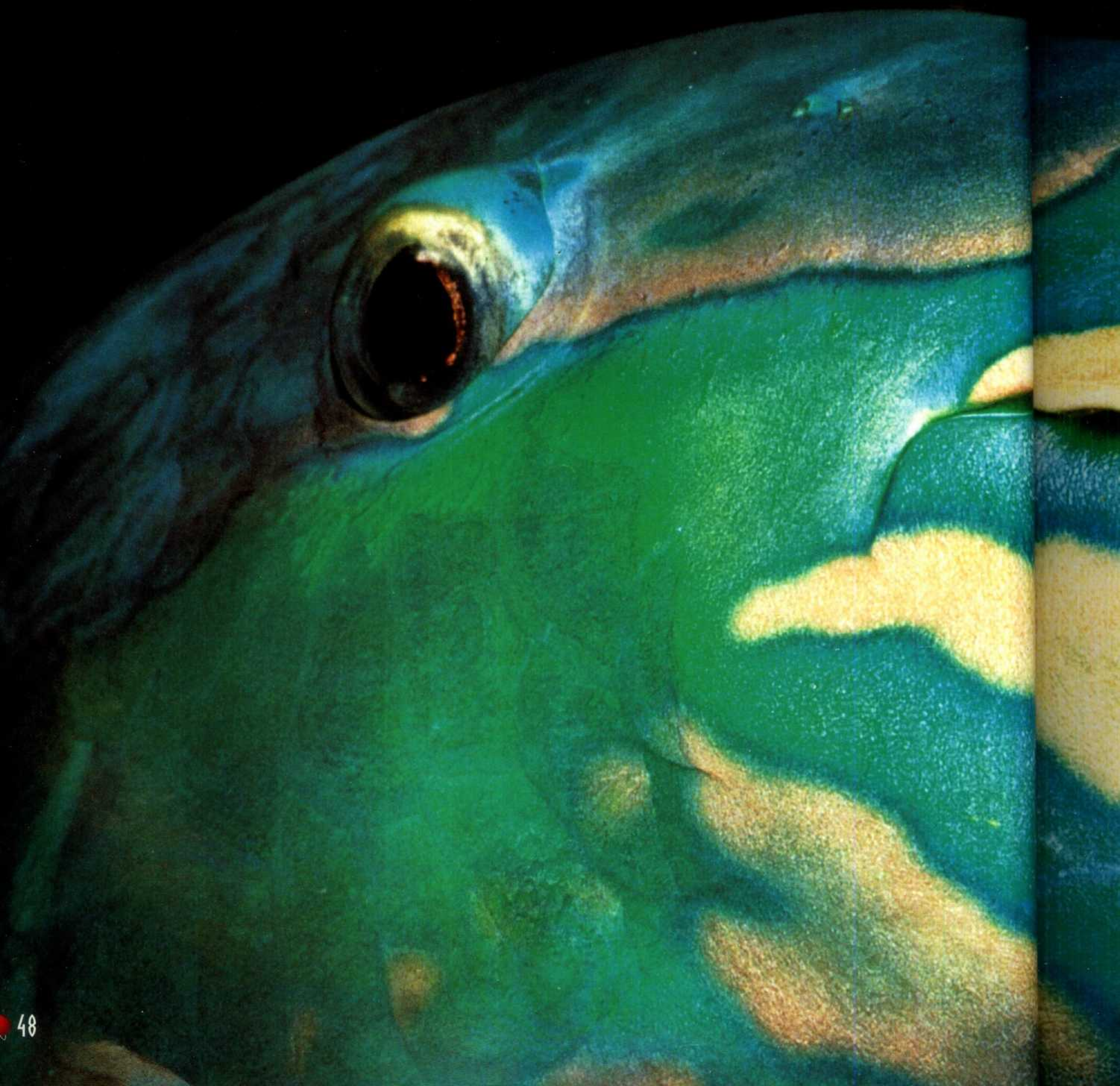
Y en el futuro aún se puede ir más lejos. Los investigadores trabajan ya con modelos de procesadores *químicos* que podrían ser, teóricamente, mucho más pequeños que cualquier chip *físico*. Las transmisiones químicas, además, serán mucho más seguras, ya que no serán lineales, sino reticulares. Es decir, que en vez de ser como una autopista, serán como un entramado de calles.

Si ocurre algún fallo en un punto del recorrido, éste no afecta al resultado: el intercambio de información se produce igual, tomando una ruta alternativa. Y de ahí a los chips que serán capaces de conectarse, químicamente, con las neuronas de nuestro cerebro, sólo habrá un paso más. ¿Seremos en el futuro unos seres híbridos de máquina y humano?

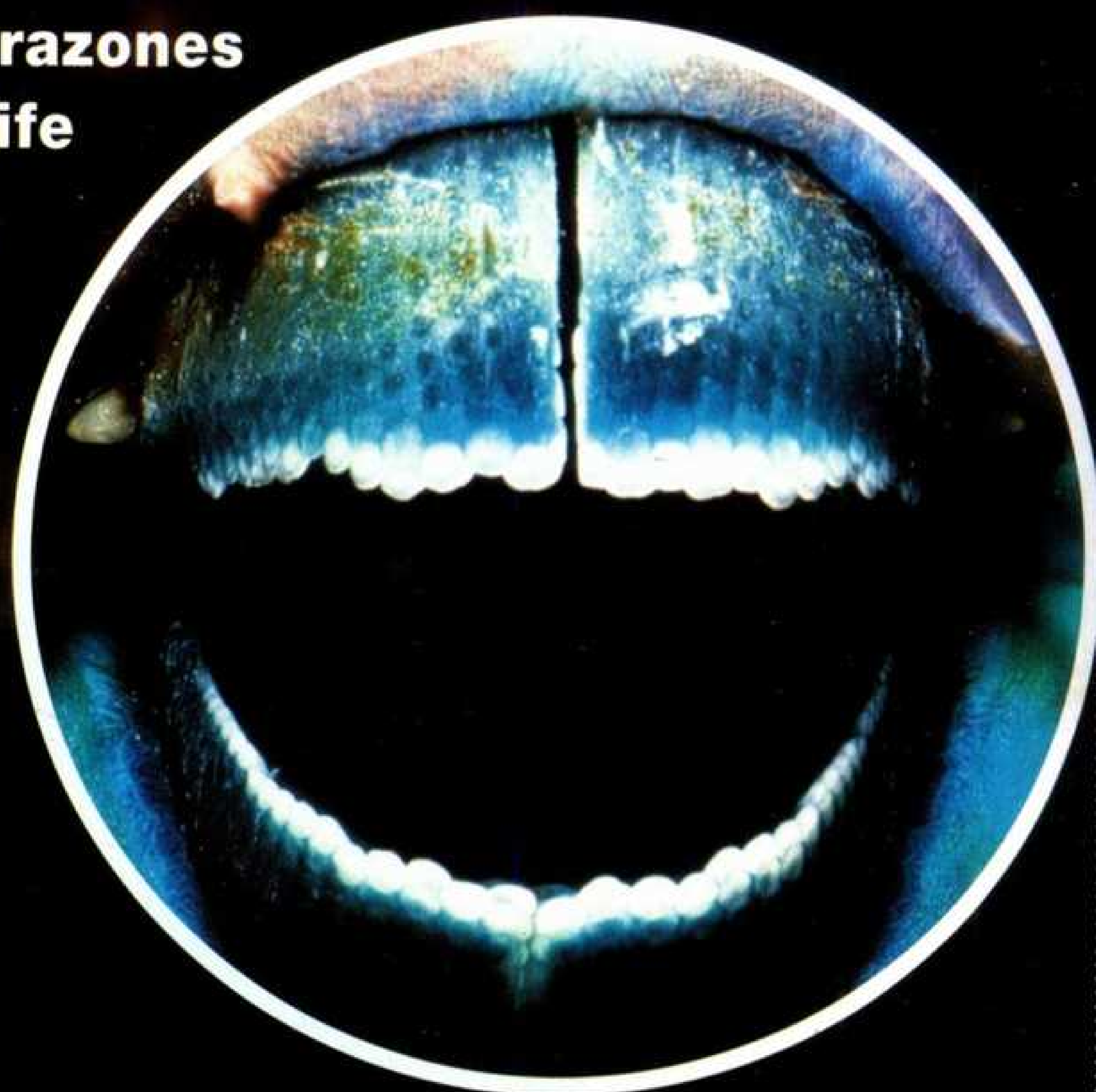
Computadoras cuánticas. Biochip
Red Neural

Las fauces del océano

▸ Algu
Otros
que p
de los
de co
relata
de ev



Algunos esperan, ocultos, la llegada de una presa. Otros, destrozan de un solo bocado la fortaleza que protege a los erizos de mar y los caparazones de los crustáceos. Son los peces del arrecife de coral: sus fauces, insólitas y versátiles, relatan la historia de millones de años de evolución en el medio marino



UN LORO ENTRE LOS CORALES
Los dientes de los peces loro, unidos entre sí, forman durísimas placas dentales, semejantes al pico de sus homónimos alados. Con ellas pueden raspar el alimento (pólipos y algas microscópicas) de la superficie de los corales. Estos peces, que miden entre 40 y 70 centímetros de largo, se refugian al atardecer en las quebradas del arrecife y adquieren un revestimiento mucoso especial. Gracias a este camuflaje, los depredadores nocturnos, que buscan presas con el olfato, son incapaces de localizarlos.

Semejante al pico de un loro, duro y resistente; potente como una aspiradora; con forma de espátula, de martillo o de pala; con dientes largos y agudos o como una ventosa: miles de bocas diferentes pueblan el mar, miles de fauces que distinguen a las especies.
Los depredadores zoófagos, es decir, los que se alimentan de otros peces, necesitan fauces grandes y llenas de afilados dientes. Las especies que buscan su alimento en el fondo marino deben tener, por el contrario, bocas capaces de romper las conchas de los moluscos y los crustáceos para extraer la pulpa. Los labro y los peces globo no se inquietan siquiera por los erizos de mar, cuyas corazas espinosas nada pueden hacer contra sus potentes dientes frontales. La legión de peces que habita las aguas medias se nutre absorbiendo insectos, gusanos y sustancioso plancton.

continúa en pág. 50 →

La boca, además, tiene otras funciones. Algunos la utilizan para excavar sus refugios o, incluso, para incubar los huevos y custodiar a los alevines.

Las bocas de los distintos peces están formadas por los mismos huesos, pero, a los ojos de los estudiosos, cada una de ellas narra la historia de una evolución milenaria. Gracias a las imágenes de Jeff Rotman, *Newton* se sumerge en los mares más sugerentes del mundo, desde el Atlántico al Mar Rojo o a las Galápagos, para observar, cara a cara, a los habitantes de las barreras coralinas.

Un poco de historia

Hace 600 millones de años (durante el periodo Cámbrico), en las aguas habitaban sólo esponjas, caracoles, medusas y gusanos. Se necesitaron alrededor de 100 millones de años, hasta el periodo Ordoviciano o Silúrico, para que se formaran los primeros animales con características de pez, y otros 45 millones (periodo Devónico), para que estos primeros peces (los ostracodermos) abandonaran el fondo marino y se aventuraran a la conquista del mar abierto. Para ello, resultó fundamental el desarrollo de las mandíbulas: la boca es una conquista evolutiva del mundo submarino comparable a la aparición del dedo pulgar en el hombre.

El aspecto de los primeros peces era similar al de los actuales peces cofre o a las lampreas, que se sirven de un agujero redondo para aspirar todo aquello que encuentran comestible en el fondo, o se adhieren a peces mayores para succionar la carne tierna.

La carrera evolutiva se aceleró cuando aparecieron peces provistos de mandíbulas, capaces de nutrirse de una mayor variedad de alimentos. A partir de ese momento, las fauces se han especializado cada vez más, tanto que hoy su análisis es un elemento fundamental para los estudiosos de la biología marina.

Según algunos científicos, las mandíbulas se originaron por una deformación de los arcos branquiales. Inmediatamente después se desarrolló la necesaria estructura muscular.

El primer paso fue la creación de un dispositivo que permitía abrir la boca elevando todo el cráneo. Este tipo de mandíbula, definida como *abre y cierra*, se ha mantenido en el *big eye* (pez de los ojos grandes), cuyos antepasados patrullaban por la barrera coralina cuando los dinosaurios dominaban la tierra. Bocas con un movimiento tan simple permiten a los *big eye* y a los peces ardilla (ambos pertenecientes a la familia de los Olocéntridos) capturar pequeños peces, gambas y cangrejos, pero les obliga a lanzarse con todo el cuerpo sobre la presa.

La llegada de otros grupos de peces con bocas más complejas forzó al *big eye* y al pez ardilla a ocultarse durante el día en las grutas y hendiduras del arrecife coralino. Sólo cuando se encuentran pro-

continúa en pág. 52 →



LA SONRISA DEL PEZ GLOBO
Una esfera con una boca casi sonriente. Así de inofensivo es el aspecto del pez globo, de la familia de los Tetraodóntidos. En realidad, su cuerpo esta cubierto de espinas venenosas, y sus robustos dientes, unidos en placas, son capaces de arrancar ramas de coral del tamaño de un dedo y de fracturar los caparazones de los crustáceos que le sirven de alimento.

Este
nida
man-
z de
nte-
r la
los
tie-
nto
big
bos
lia
tu-
as
ga
po

os
m-
ez
el
u-
o
o-

LOS SEÑORES DE TODAS LAS BARRERAS. En el Mar Rojo, en Filipinas o en las costas de Indonesia, es fácil encontrar a los protagonistas de esta foto: el pez erizo (arriba) y la raya (abajo). El primero es fácilmente reconocible por las espinas que recubren su cuerpo, que se erizan sólo cuando el pez se infla para defenderse. Siempre solitario, durante el día se oculta en grutas o bajo los corales y, al atardecer, sale para cazar cangrejos y moluscos, a los que parte con un sólo bocado de sus robustos dientes. La raya también se alimenta de crustáceos: los inmoviliza entre sus gruesos labios y rompe sus caparazones con continuos y veloces mordiscos.



tegidos por la noche, se atreven a buscarse el sustento en mar abierto. Precisamente por estar obligados a conseguir su alimento y a defenderse de sus enemigos en la oscuridad, estas especies han desarrollado unos ojos desmesurados, con una mirada fija, sensibles como los ojos de los gatos.

Estrategias de caza

La evolución ha equipado la boca de los peces con elementos decisivos para su supervivencia. La mariposa de mar y, sobre todo, el *Epibulus insidiator* (de la familia de los Lábridos), cazadores infalibles, ostentan una boca *moderna*. Un sistema de palancas, articulaciones y poleas transforma su boca en un tubo alargado que engulle a las pequeñas presas en un abrir y cerrar de ojos.

Su labio superior es, en realidad, un hueso móvil, unido a la cabeza por ligamentos flexibles y por un amplio fragmento de piel. Otro hueso, bloqueado hacia delante pero capaz de oscilar hacia el interior, se encuentra debajo. Cuando ambos se mueven al unísono, la boca se transforma en una especie de tubo que sobresale de la cabeza y succiona las presas como si fuera una aspiradora. La secuencia de la caza es tan rápida que los investigadores han tenido que grabarla con una videocámara de alta velocidad, para poder verla fotograma a fotograma.

Esta *aspiradora* también hace posible la estrategia de caza del pez escorpión, que aguarda a su presa emboscado totalmente inmóvil. Perfectamente mimetizado con el fondo del mar, espera durante horas a que la comida se ponga a tiro. Entonces, sus enormes fauces se disparan hacia el exterior rápidamente, de tal forma que crea una presión fortísima capaz de absorber a su víctima.

Diferente resulta el comportamiento del pez ángel y del pez mariposa, que se alimentan de ramas de coral y de esponjas. Gracias al compendio de músculos, huesos, tendones y ligamentos que forma sus bocas, éstas se extienden hacia el exterior empujando a los dientes, pequeños y muy juntos. Éstos se colocan en la posición más adecuada para mordisquear, desmenuzar y arrancar la enorme variedad de organismos incrustados en el arrecife.

También otras especies, como el pez globo y algunos tipos de rayas, se alimentan de los animales que tienen su refugio en los estrechos huecos de la barrera coralina: cangrejos, gasterópodos, moluscos y pequeñas almejas, entre otros.

Como el resto de los peces, estas especies no son capaces de masticar, por lo que engullen las presas enteras. Los dientes sirven únicamente para inmovilizarlas y reducirlas a trozos más pequeños.



Los peces globo logran penetrar sin problema en las cora-

continúa en pág. 54 →

EN LA OSCURIDAD

Inconfundible por los enormes ojos que sobresalen de su cráneo, el gorrión de cola amarilla (en la imagen grande) caza al atardecer, absorbiendo las presas con su boca de labios carnosos y corte transversal. El pez cofre de cola azul (a la derecha) conserva algunas características de los ostracodermos prehistóricos: piel dura pero carente de espinas, ojos independientes y boca circular con gruesos labios y dientes romos. Busca su alimento exhalando agua sobre los sedimentos del fondo para aspirar luego invertebrados y esponjas.



Admirarlos de cerca

De Australia a Costa Rica

• **Australia,** Mar Rojo, Cuba, Costa Rica...: éstos son algunos de los destinos que varias agencias de viajes han seleccionado para los viajeros que deseen acercarse a los arrecifes de coral.

La Gran Barrera Australiana es el Everest de los buceadores, una verdadera montaña de coral que se alza sobre el fondo marino. **Años luz** (tlno. 91 445 11 45; 93 310 18 28; 94 424 22 15) propone sumergirse en sus aguas para conocer las rayas, barracudas y tortugas que las habitan, realizar inmersiones nocturnas, y, protegidos por la jaula más grande del mundo, acercarse a los temibles tiburones. Esta agencia también ofrece una semana de buceo en Hurghada (Egipto), una población de la costa del Mar Rojo famosa por sus vistosos arrecifes, para realizar inmersiones durante cinco días. Este viaje incluye, además, una visita a las pirámides de Gizeh. El espectáculo de los arrecifes, calas color turquesa y viejas historias de piratas constituyen la oferta conjunta de **Ambar, otros viajes** (tlno. 902 11 70 39) y **Expediciones** (tlno 95 421 47 37) en María La Gorda (Cuba), uno de los centros de buceo más prestigiosos del planeta. En Guacanaste (Costa Rica), los submarinistas se encontrarán con los grandes pobladores del Pacífico.

zas de sus víctimas, gracias a la utilización de sus dientes córneos y a sus potentísimas mandíbulas.
Las rayas despedazan a sus víctimas con peuqeños, pero continuos, golpes de sus dientes. En ambas especies, éstos se han unido formando la placa bucal, una superficie muy dura y cortante.
Para defenderse de los depredadores y engañar a las presas, el pez globo utiliza varios trucos: sus ojos, muy vulnerables, se esconden tras una máscara astutamente diseñada, una saca ventral le permite doblar su volumen, y las espinas erectas le dan un aspecto verdaderamente amenazador.

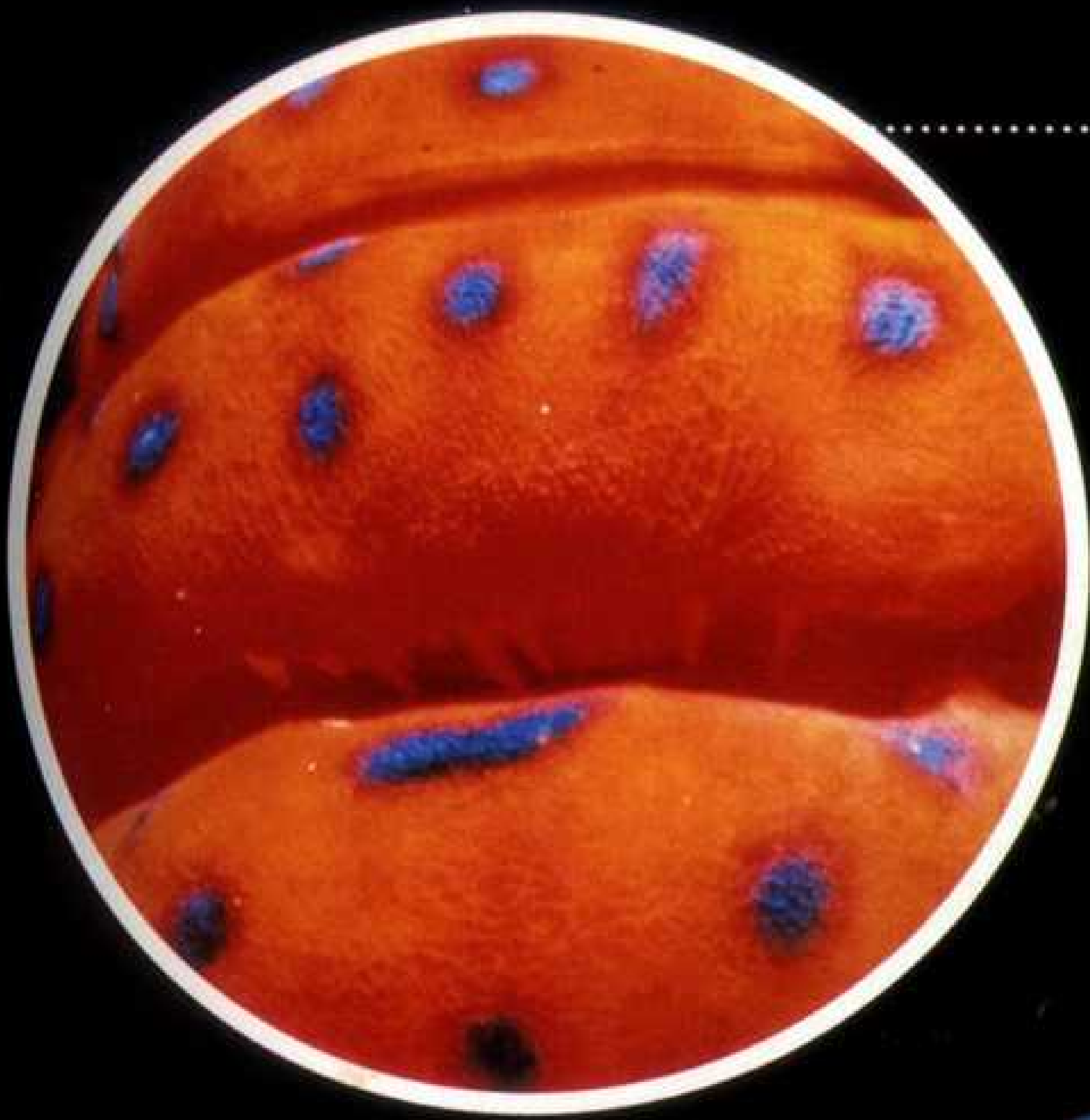
Un pez con 'pico'

Sobre el rostro del pez loro se puede leer una fascinante historia evolutiva. Originariamente, estos peces, pertenecientes a la familia de los Escáridos, se alimentaban de las tiernas algas presentes en el fondo. En el transcurso de la evolución, este alimento comenzó a escasear, y los peces loro tuvieron que adaptarse para comer las algas contenidas en los minúsculos agujeros de las madréporas.
Los dientes se unieron entre sí formando dos grandes placas dentales, una inferior y otra superior, sobresalientes, redondeadas y con una incisión en el centro.
Con esta especie de pico(que recuerda a los de sus homónimos alados) el pez arranca trozos de roca, que más tarde tritura con sus dientes faríngeos. Se trata de unos hue-

continúa en pág. 56



LA TERRIBLE MORENA
Con una boca enorme, llena de agudos dientes, y un cuerpo que puede alcanzar más de dos metros y medio, la morena gigante de Java es el ejemplar mayor de la familia de los *Muraenidae*, que pueblan el Mar Rojo, las islas Hawai, el Índico y el Pacífico. La morena inmoviliza a sus presas con las mandíbulas, inocula en ellas el veneno que contienen sus dientes y las engulle. Su boca es peligrosa incluso para el hombre.



MAESTRA DE LAS EMBOSCADAS
El mero del coral (de la familia de los Serranidos) vive en las laderas del arrecife, hasta los 150 metros de profundidad. Permanece inmóvil hasta que una presa se acerca. En ese momento, sus grandes labios realizan la captura con extrema velocidad.

sos particulares, que funcionan como una muela, capaces de separar las algas filamentosas (el alimento) del mineral, que es expulsado. El festín de estos coloreados habitantes de la barrera coralina es todo un espectáculo. Llegan en bancos, nadando distraídos entre el lodo del fondo, y se detienen todos a la vez. Un gran conjunto de bocas picotea con curiosidad los arbustos de coral, y juega a esconderse entre las rocas cubiertas de algas multicolores. El ruido que producen recuerda al de un grupo de niños comiendo 'kikos', y, cuando el banco abandona el arrecife, sobre el coral quedan claramente impresas las marcas circulares de sus mor-



POCOS DIENTES, PERO UN CIERRE MORTÍFERO. Cuando el mero de cola aguda cierra sus fauces, el diente central de la mandíbula superior se encaja con el arco de la parte inferior, de manera que forma una tenaza con la que inmoviliza a las presas. Estos peces no son capaces de masticar, por lo que desgarran los cuerpos de sus presas o las engullen enteras.

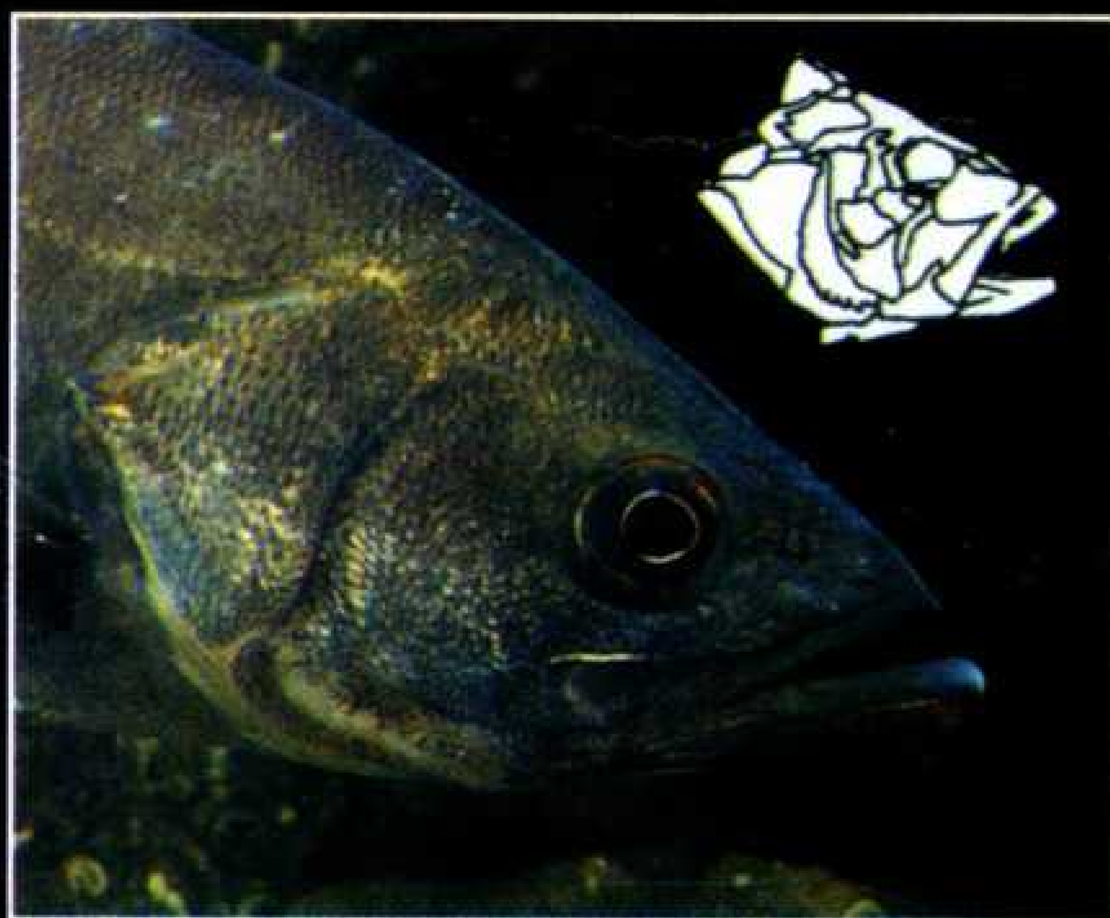
Nuevas víctimas modifican el rostro de los depredadores

El rostro es una de las partes más complejas del cuerpo. Su historia corre paralela a la evolución de los animales vertebrados. El radiolar, uno de los organismos acuáticos con cuerpo en abanico que constituyen el plancton, es una de las especies más simples en la escala evolutiva. Su cuerpo no presenta distinción entre la parte anterior y la posterior, sólo existe una leve diferencia entre éstas debida a la fuerza de gravedad.

El anfioso (*Branchiostoma lanceolatun*) tiene una cabeza diferenciada. Este animal marino, que pertenece al subtipo de los Acranos, representa una fase de desarrollo inmediatamente anterior a los vertebrados, ya que posee una *cuerda*



La lamprea es heredera de los peces que aparecieron sobre la Tierra hace cuatro millones de años: los Ostracodermos. Pertenece a la superclase Agnatha, de los peces sin mandíbula, y su boca circular se abre y cierra como una ventosa. En ella se alinean, a modo de dientes, unas escamas. Detrás de los ojos presenta siete agujeros y ocho branquias.



La Lubina, del orden de los Perciformes, forma parte de la clase Gnathostomata (peces con mandíbula). La cabeza de la lubina se compone de numerosos huesos y de una mandíbula inferior móvil. Su boca hospeda puntiagudos dientes, con los que aferra a sus presas, que después traga sin masticar. Tiene una o dos cavidades nasales, dispuestas en un solo lado.



De los peces a los reptiles hay un enorme paso evolutivo. La respiración deja de ser branquial y se hace pulmonar. El aire llega a los pulmones a través de la cavidad nasal, que se abre en la parte superior del morro. Sus fauces tienen mandíbulas articuladas y potentes, llenas de dientes. La línea lateral desaparece, se forma el oído y aparecen párpados sobre los ojos.

discos, con la inconfundible doble huella de las placas dentales.

Asimilada toda la sustancia orgánica, los peces loro reducen el coral a un fino polvo calcáreo que expulsan por el ano en copiosas vaharadas blancas. En las Bermudas, los peces loro depositan cada año una tonelada por hectárea, formando blancas extensiones.

Como se puede ver en las fotografías, la selección natural ha creado tantos tipos de bocas como especies de peces. Sobre este universo de formas, los científicos sólo pueden realizar hipótesis, mientras los neófitos se limitan a sorprenderse y a admirarlo fascinados.

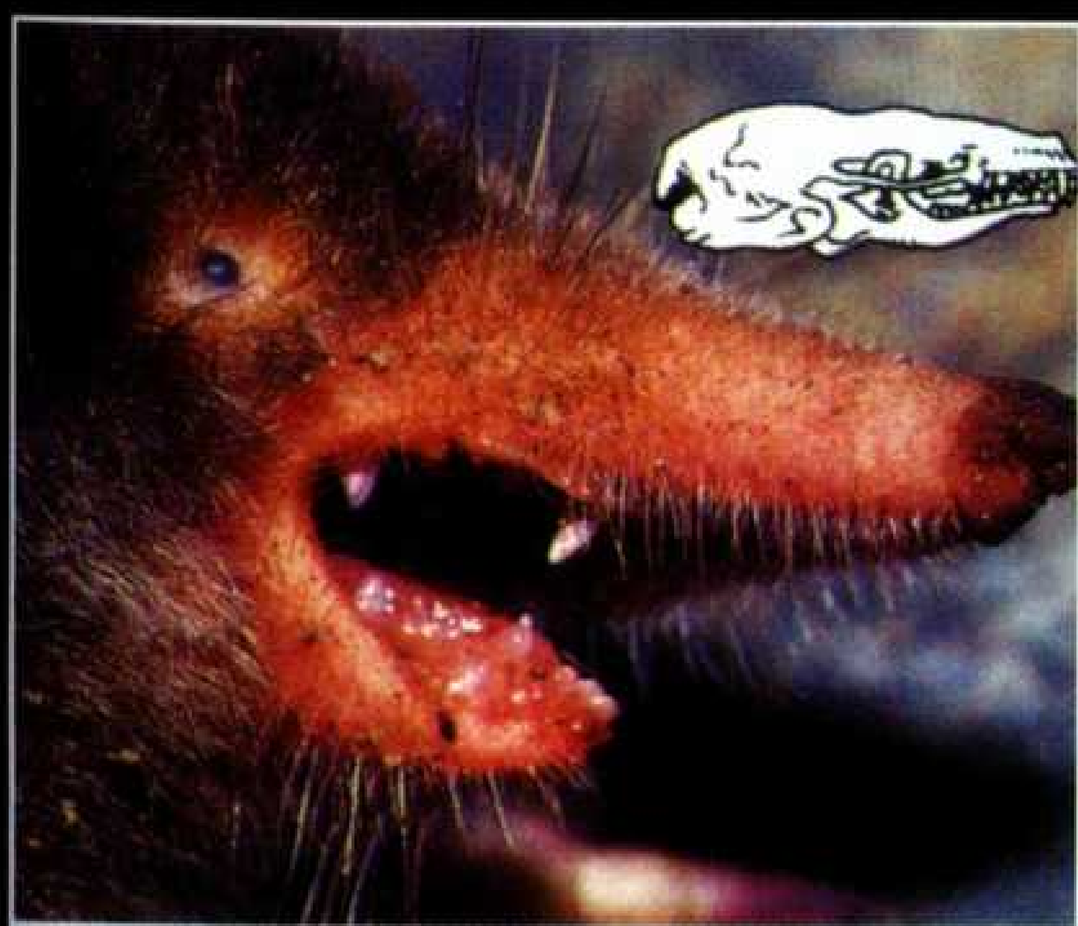


UN PEZ QUE AMA EL SOL. Extendido por las aguas cálidas de Japón, Suráfrica, el Índico y el Pacífico, la aguja es un pez de cuerpo cilíndrico que puede alcanzar dos metros de largo. Sus mandíbulas son alargadas y están pobladas por puntiagudos caninos. Atraídas por el reflejo del sol, dan grandes saltos fuera del agua, lo que pone en peligro brazos y manos de los pescadores.

vertebral que recorre todo su cuerpo. Su cabeza se distingue sólo por la boca, ya que no tiene ojos ni nariz.

Los peces vertebrados (de la familia de los Acantoidos, que se desarrolló entre el periodo Silúrico y el Devónico), desarrollaron los ojos, la nariz y unas mandíbulas cada vez más evolucionadas para adaptarse a la caza de presas diferentes.

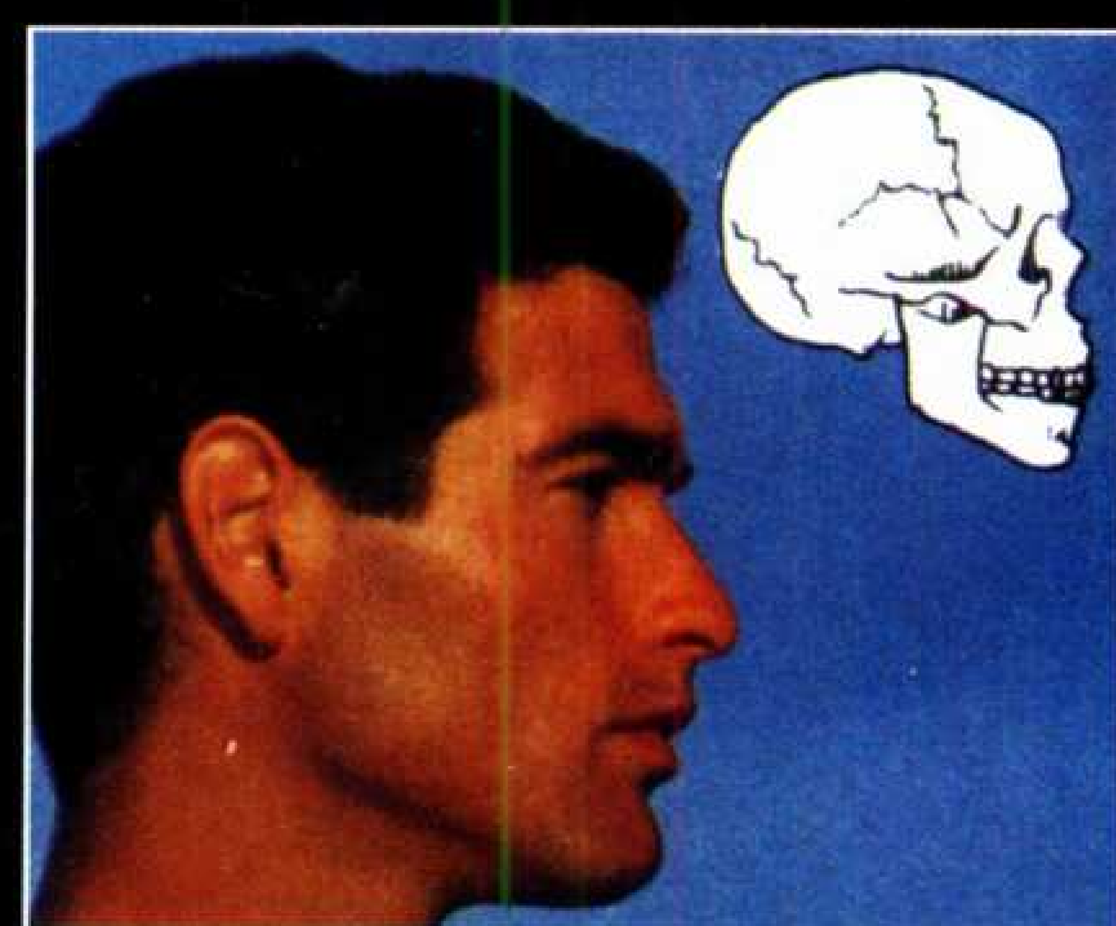
Los peces no tienen desarrollado el oído: *escuchan* a través de la presión del agua que los rodea. Esto es posible gracias al llamado sistema de línea lateral, formado por una serie de pequeñas aperturas que se alinean en sus costados y se comunican con unos receptores nerviosos. Abajo está representada la evolución del rostro desde la lamprea hasta el hombre.



El topo tiene una mandíbula robusta y sus dientes se dividen ya en incisivos, caninos y molares. Éstos son indispensables para masticar los alimentos, una función que distingue a los mamíferos de los reptiles y los peces, que tragan la presa entera y la digieren lentamente en el estómago. En los mamíferos aparece el paladar, que delimita las fosas nasales de la cavidad oral, unidas en los reptiles.



La boca de los monos es bastante pequeña y sin pelo, pero sustancialmente igual a la de los demás mamíferos: los huesos son robustos y la mandíbula inferior está soldada en una única estructura, de forma que pueden masticar con energía. En sentido transversal a las órbitas oculares se ha formado un hueso que impide que el movimiento de los músculos de la masticación dificulte la visión.



El rostro del hombre presenta una mandíbula menor, por el escaso desarrollo de los músculos de la masticación, y una cavidad oral también reducida. La nariz, por el contrario, es más pronunciada. La conformación de los labios permite modular y articular los sonidos. Pero lo que verdaderamente diferencia al hombre es la gran variedad de expresiones que su rostro puede presentar.

Gaceta de los descubrimientos

DIARIO DE HISTORIA DE LA CIENCIA DE *NEWTON*. Así es como los periódicos de la época habrían anunciado los descubrimientos de la ciencia y la tecnología. Estas noticias son históricamente ciertas.

París, 20 de agosto de 1839

IMÁGENES EN LA OSCURIDAD

Científicos y pintores han utilizado, desde hace siglos, el principio de la cámara oscura. Se trata de una caja cerrada en la cual, gracias a un agujerito, es posible proyectar imágenes del mundo exterior sobre una placa de vidrio. El problema surgía cuando se quería 'eternizar' la imagen. Tras el invento de la litografía, en 1798, se iniciaron los experimentos con sustancias químicas capaces de reaccionar a la luz, con la esperanza de conseguir fijar la imagen proyectada sobre el cristal. Debemos a Niepce la idea que ha deparado la primera 'foto' de la historia, aunque sea extremadamente confusa.



Louis Mandé Daguerre.

He aquí la primera imagen fotográfica de la historia

Desde hoy se pinta con la luz

El invento revolucionario del científico francés Louis Jacques Mandé Daguerre ha permitido reproducir, por primera vez y de manera permanente, la realidad sobre una placa. Según algunos pintores, esta técnica supondrá la muerte del arte.

DESDE PARÍS

El arte se puede considerar inútil desde hoy. Un físico y pintor francés, Louis Jacques Mandé Daguerre, ha inventado una técnica para 'pintar con la luz', llamada por esta razón 'fotografía'. El invento consiste en reproducir sobre una placa cualquier objeto, exponiendo la placa a la luz, filtrada por un objetivo en una cámara oscura.
La imagen resulta muy parecida a la realidad y es fácil pronosticar que la fotografía se convertirá en el modo más popular para obtener la representación de cualquier sujeto: por ejemplo el retrato de una persona, dejando anticuado el costoso trabajo del pintor.



Parece un cuadro pero es la realidad en una placa.

El invento, presentado ayer en la Academia francesa de las Ciencias por el astrónomo Domique Arago, ha suscitado gran interés. «Desde hoy la pintura ha muerto», ha exclamado el pintor Paul Delaroche.
Daguerre no ha desarrollado este invento en solitario. En el transcurso de los años había aprendido del inventor francés, Nicéphore Niepce (1765-1833), un metodo original utilizado ya en el 1826 para crear 'imágenes con la luz'. Niepce había recurrido a una sustancia, el betún de Judea, que se vuelve insoluble a la exposición de la luz. De este modo, aplicando un solvente sobre la placa, el betún permanecía sólo en las partes alcanzadas por los rayos luminosos.
Las imágenes de Niepce, que pueden considerarse las primeras fotografías de la historia, eran muy confusas. Daguerre, por su parte, tuvo la intuición de que una placa de sales de plata tiende a fijar una 'imagen latente' que puede permanecer estable y nítida con los vapores de mercurio. Y ha obtenido así, la primera fotografia, reproduciendo una naturaleza muerta en el estudio.

Como ha ocurrido en muchas ocasiones, la casualidad se ha puesto del lado del inventor

El secreto de la fotografía, en un armario

Una casualidad inspiró a Daguerre el invento de la fotografía: un armario en el que conservaba los productos químicos más diversos.
Durante años los científicos trabajaron sin éxito en el intento de conseguir una placa capaz de fijar nítidamente y con mucho contraste la imagen. El científico francés pensó que, en lugar de obtener una imagen muy contrastada directamente en la cámara oscura, sería más ventajoso realizar una imagen débil (llamada imagen latente) reforzándola con alguna sustancia química después de haberla sacado de la cámara. Como era inexperto en química, no sabía por donde empezar. Una tarde dejó una placa impresa con una imagen latente en un armario en el que conservaba varios productos químicos. Para su sorpresa, al día siguiente la imagen aparecía nítida y fuerte.
Sin saber qué sustancia era la responsable del proceso, esa misma tarde guardó otra placa quitando una de las ampollas que guardaba en el armario. Al día siguiente el fenómeno se repitió. Días tras día, Daguerre quitó uno a uno todos los frascos del armario hasta que quedó el último, lleno de mercurio. Eran los vapores de mercurio los que fijaban la imagen en la placa.



La máquina de Daguerre.

Un paso adelante

En 1841, el matemático Henry Fox Talbot inventó la fotografía negativo-positivo. El negativo estaba formado por un folio, en el que la imagen se fijaba con ácido. De esta forma, el tiempo de exposición pasó de algunas horas a pocos minutos. De un negativo se pueden sacar las copias positivas que se quieran.

Males que curan

▶ **Una nueva cosecha de vacunas está a punto de nacer. Gracias a la moderna ingeniería genética y a refinados cócteles de microbios, la medicina preventiva del próximo milenio podrá combatir varias infecciones a la vez**

POR PACO REGO

Hace ya dos siglos, un médico rural inglés, el doctor Edward Jenner, encontró la pista que más tarde le conduciría a la obtención de la primera vacuna contra una enfermedad infecciosa: la viruela. A partir del material procedente de las pústulas de los afectados, Jenner preparó el nuevo producto. Luego, inoculó la vacuna en un niño de ocho años, James Phillips, al que durante los 10 años siguientes le administró el preparado unas 20 veces más. El joven Phillips, según cuenta el médico norteamericano Lawrence K. Altman en su libro *Quién va primero*, no contrajo la enfermedad, a pesar de haber estado en contacto directo con personas infectadas de viruela. Con anterioridad, la infección mataba a una de cada cuatro de sus víctimas y las que lograban sobrevivir quedaban marcadas de por vida por las cicatrices o la ceguera. En 1980, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaraba erradicada la enfermedad.

Cien años después de aquel hito histórico, Louis Pasteur establecía el concepto más revolucionario y de mayor trascendencia de la Medicina: la vacunación. Con este método preventivo fue posible salvar de la muerte o evitar taras físicas irreparables a millones de seres humanos aquejados por la polio, que se encuentra en vías de desaparición, la tos ferina, la difteria, el tétanos y algunas otras patologías más.

La batalla, no obstante, sigue abierta. Las enfermedades infecciosas para el hombre se cuentan por centenares y, en cambio, el número de vacunas accesibles no llega a 20. Un informe elaborado por la OMS y el Fondo de la ONU para la Infancia (Unicef) señala que cada año ocho millones de niños podrían salvar sus vidas si existieran las vacunas adecuadas.

Para hacer frente a un panorama tan preocupante se espera contar en los próximos años con un nuevo arsenal terapéutico cuyas repercusiones en la salud pública podrían ser inmen-

continúa en pág. 64 →

Los nuevos cócteles de vacunas inmunizarán contra seis enfermedades

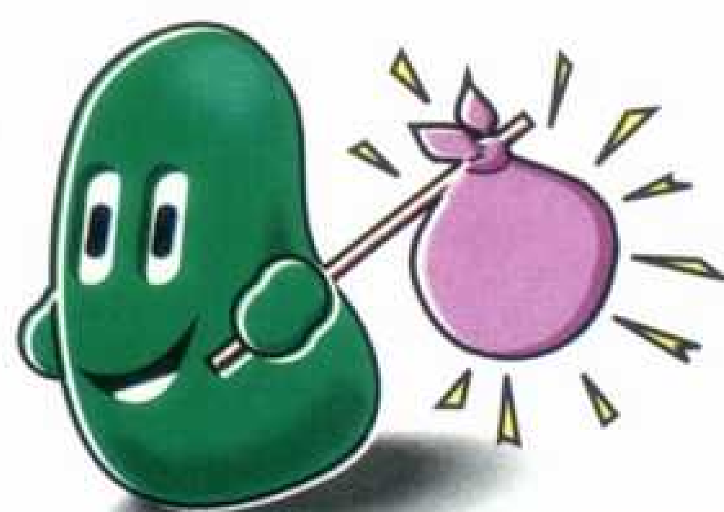




UN DIFÍCIL PORVENIR SANITARIO
La Organización Mundial de la Salud y la Unicef sostienen en un informe que cada año se podría salvar la vida de ocho millones de niños si existieran las vacunas adecuadas. Sobre todo en los países subdesarrollados donde la incidencia de algunas enfermedades infecciosas afecta a tres de cada cuatro personas.

Infografía: Javier Ibáñez "EL BAILY"

sas. De hecho, las grandes compañías farmacéuticas ya están desarrollando nuevas vacunas contra el virus del papiloma, la meningitis, la malaria, el dengue, la diarrea infantil, el herpes o la úlcera gástrica.
La vacuna contra la infección de oído es uno de los productos que más expectativas ha generado. Afecta al 85% de los niños menores de tres años en Estados Unidos y su tratamiento con los fármacos convencionales supera los 450.000 millones de pesetas al año. Para crear la nueva vacuna, los científicos han aislado las moléculas que recubren las tres bacterias que causan la infección, y, mediante técnicas de biología molecular, han logrado *pegarlas* a otros virus que el organismo reconoce fácilmente. Así, cuando los microbios penetran en el oído, la vacuna activa las defensas del cuerpo, que pasan inmediatamente a combatir la infección.
American Home Products, la fabricante, calcula que el mercado mundial para esta vacuna podría ascender a 225.000 millones de pesetas anuales, lo que da idea del fabuloso negocio que se avecina. «Este es el mejor momento para la investigación de las últimas décadas», dijo a *The Wall Street Journal* R. Gordon Douglas Jr., director de la división de vacunas de la multinacional Merck, cuyos proyectos pasan por el desarrollo de vacunas preventivas del sida, de la diarrea infantil y del virus del papiloma, un tumor, generalmente benigno, que afecta a la piel.





▶ Defensa contra seis males

En un intento de cortar el paso a las infecciones víricas, sobre todo en los niños, un grupo de

Nuevas vacunas y vacunas mejoradas

Vacunas introducidas recientemente o en fase final de desarrollo.

Vacunas profilácticas

- **Infanrix (DTPa)+VIP+Hib+VHB**
- **Engerix (VHB)**
- **Engerix mejorado**
- **Havrix (VHA)**
- **Twinrix (VHA + VHB)**
- **Twinrix 2 dosis sólamente**
- **Fluarix (gripe)**
- **Priorix (sarampión, rubéola, parotiditis**
- **Varilrix (varicella)**
- **Typherix (tyfoidea)**
- **Lymerix (Lyme)**
- **Simplirix (herpes)**

Importancia de algunas enfermedades infecciosas

Enfermedad	Frecuencia o prevalencia	Mortalidad (95)
Paludismo	·500 millones de casos/año.	>3 millones
Hepatitis B	·350 millones de portadores crónicos en el mundo.	>1,1 millones
SIDA	·20 millones de adultos ya infectados en el mundo. >4,5 millones de casos de SIDA en el mundo.	>1 millón
Tuberculosis	·22 millones de casos/mundo. 1/3 de la población mundial infectada.	>1 millón
Sarampión	·42 millones de casos 1995.	>1 millón

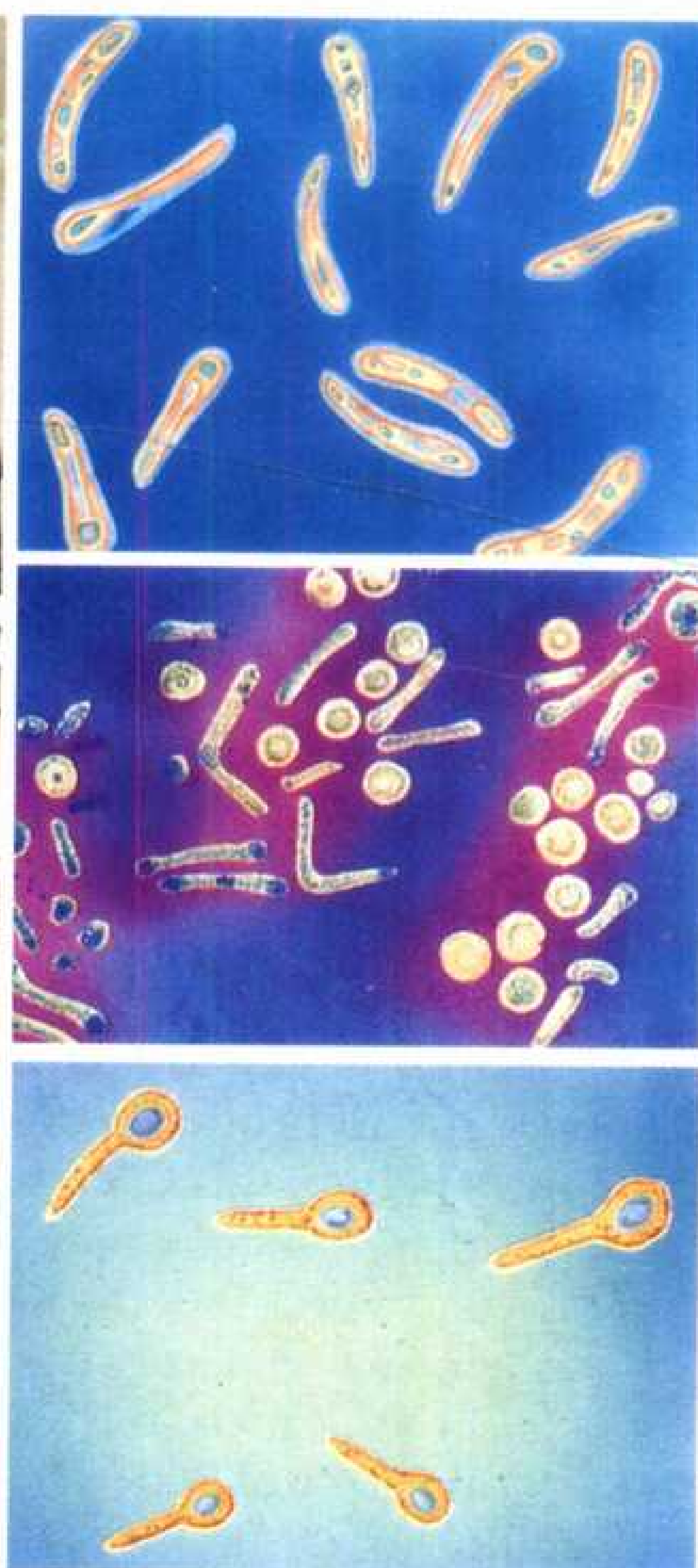
Fuente: The World Health Report 1996

El plátano y la patata, candidatos a vacunas comestibles

• **Las técnicas** de biotecnología están haciendo posible que algunos alimentos de uso común incorporen vacunas que podrían inmunizar a una gran parte de la población mundial –sobre todo de los países del Tercer Mundo donde las infecciones causan estragos– contra diversas enfermedades infecciosas, como las entéricas o la hepatitis. Los resultados del primer ensayo clínico con una vacuna comestible son, al parecer, satisfactorios. La doctora Carol Tacket y sus colegas del Centro para el Desarrollo de Vacunas de Baltimore (Matyland, Estados Unidos) están experimentando con la patata para prevenir la intoxicación por alimentos debida a la *Escherichia coli*. En los ensayos, llevados a cabo el pasado mes de abril, 11 personas comieron patata genéticamente modificada para producir una parte de la toxina que libera la *E. coli* y, siete días después, los investigadores comprobaron la gran capacidad que posee este vegetal para estimular la respuesta inmune. El resultado, según los propios científicos, ha resultado satisfactorio. «Este estudio significa un gran paso adelante para crear vacunas baratas que podrían ser útiles para inmunizar a las personas en los países en vías de desarrollo o subdesarrollados», declaró Regina Rabinovich, jefa del Instituto Nacional de Alergias y Enfermedades Infecciosas, que forma parte de los Institutos Nacionales de la Salud norteamericanos.
Otra posibilidad es la utilización de los plátanos como vacuna comestible que puede ser administrada a niños, o la planta del tabaco para producir anticuerpos contra los estreptococos mutantes, responsables de las caries dentales.







NO HAY ENEMIGO PEQUEÑO. Un investigador prepara en el laboratorio un combinado para una vacuna. A la derecha, y de arriba abajo, se muestran imágenes de microscopio de los microorganismos que producen la difteria, la hepatitis B y el tétanos, infecciones muy comunes. (Fotos: SmithKline Beecham)

científicos británicos está poniendo a punto un cóctel de vacunas que concentra, en una sola dosis, compuestos para inmunizar hasta contra seis enfermedades. Peter Goodfellow, bioquímico y miembro de la Royal Society de Londres, asegura que esta vacuna estará en el mercado dentro de un año y que su objetivo es apuntalar las defensas infantiles frente a la hepatitis, la tos ferina, el tétanos, la poliomielitis, la gripe y la difteria. Según el máximo responsable del departamento de Descubrimientos Internacionales de SmithKline Beecham, que produce más de 700 millones de dosis de vacunas al año, el compuesto se ha mostrado eficaz en todos los ensayos realizados.

En el futuro, las personas más pobres del planeta podrían verse libres de la ceguera causada por la bacteria *Chlamydia trachomatis* si prospera un prototipo de vacuna en fase de ensayo en los laboratorios de la Universidad John Hopkins, en Baltimore (EEUU). Los afectados por esta enfermedad (700 millones en África y Oriente Próximo) quedan ciegos debido a las cicatrices que se forman en la membrana conjuntiva del ojo, y los que logran superar la infección quedan desprotegidos, ya que el sistema inmunológico olvida cómo reconocer la bacteria.

Pero aun disponiendo del adecuado material preventivo para hacer frente a determinadas enfermedades infecciosas, nadie asegura que los países más necesitados lleguen a beneficiarse de estos avances. «El coste del desarrollo y producción de vacunas está aumentando tan sustancialmente que, de no tomarse medidas urgentes, se producirá un nuevo y más crítico desfase entre las naciones ricas y pobres», advierte un informe de la OMS.

La inmunización completa de un niño cuesta actualmente unas 130 pesetas para las seis vacunas iniciales (al precio ofrecido a Unicef) a lo que hay que sumar otras 520 pesetas en concepto de transporte, programas de laboratorios, cadena de frío, personal e investigación. Un coste que, según el citado estudio, será varias veces supe-

continúa en pág. 66 →

Las 10 infecciones más frecuentes en el mundo

Diarreas infecciosas	4 millones de episodios
Tuberculosis	1,9 millones de infectados/9 millones de casos
Parásitos intestinales	1,4 millones de infectados
Paludismo	500 millones de nuevos casos en 1995
Hepatitis B/C	350 y 100 millones de portadores
Infecciones respiratorias	395 millones de episodios en 1995
ETSs	>330 millones de nuevos casos en 1995
Sarampión	42 millones de casos en 1995
Tos ferina	40 millones de casos en 1995
Meningitis y meningococias	350.000 nuevos casos

Fuente: The World Health Report 1996

Las 10 primeras causas de mortalidad por infecciones

52 millones de personas murieron en 1995 (en conjunto). Un tercio de las defunciones fue causado por una enfermedad infecciosa.

Respiratorias (Neumonía)	4,4 millones
Diarreas infecciosas	3,1 millones
Tuberculosis	3.1 millones
Paludismo	2,1 millones
Hepatitis B	>1,1 millones
SIDA	>1,1 millones
Sarampión	>1 millones
Tétanos neonatal	0,5 millones
Tos ferina	0,4 millones
Parásitos intestinales	>0,1 millones

WHO/EPI/CEIS/95.2 EU

Vías de inoculación

I. Inyección

- Aguja y jeringa
- Pistola de inyección
  - Líquido
  - Polvo

II. A través de las mucosas

- Bucal
- Intranasal
- Aerosol
- Conjuntiva
- Rectal
- Vaginal

rior para las vacunas de nueva generación.

Aunque el uso de vacunas ha conseguido que la meningitis y la neumonía en niños pequeños desaparezca casi por completo en los países industrializados, el elevado coste del tratamiento supone que tan sólo tres naciones no industrializadas (Chile, Qatar y Uruguay) puedan pagarlo.

Cinco años es el tiempo mínimo que se calcula para disponer de un producto eficaz contra la hepatitis C, cuya morbilidad es superior a la del sida. La tendencia a padecer cirrosis hepática se observa en un 76% de los casos, de los que entre el 15 y el 20% acaban en un cáncer de hígado. El virus, descrito hace siete años, penetra en el organismo a través de la sangre, aunque en una cuarta parte de los casos se desconocen las vías de contagio. Pero como ocurre con el VIH, el principal problema para obtener una vacuna que proteja de la hepatitis C radica en la gran capacidad de mutación del virus que desencadena la enfermedad.



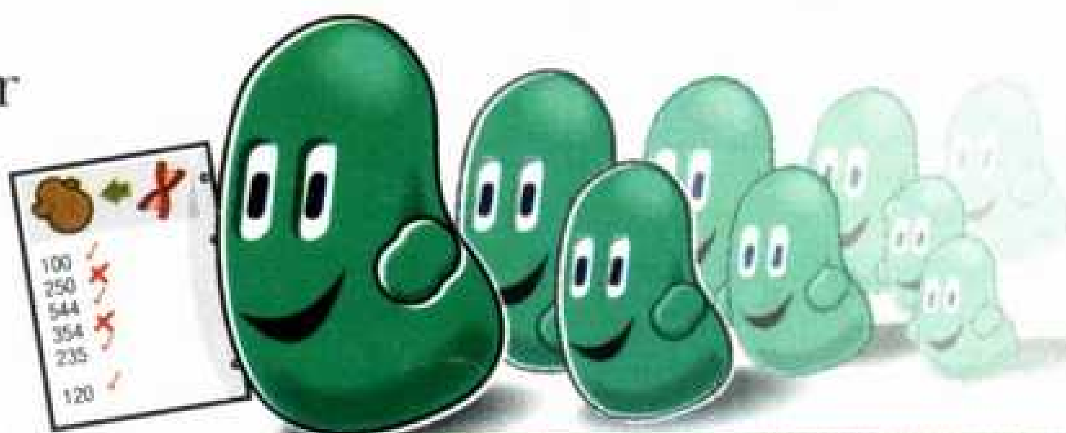
CONDENADOS POR LA POBREZA. La inmunización completa de un niño cuesta 130 pesetas para las seis vacunas iniciales. Un coste demasiado alto para quienes tratan, simplemente, de sobrevivir.

Tres millones de personas mueren cada año de malaria

Gracias a la utilización de las modernas técnicas de biotecnología se empiezan a vislumbrar nuevos caminos en la lucha contra enfermedades que, aún hoy, siguen oponiendo resistencia a los tratamientos actuales. El herpes genital, por ejemplo, es una infección que afecta todos los años a una media de 700.000 personas en el mundo, incluidos los países desarrollados donde se estima que uno de cada cinco ciudadanos es portador del virus. Una tasa de afectados lo suficientemente significativa para que la farmacéutica Glaxo Wellcome haya decidido poner en marcha el desarrollo de una vacuna para el tratamiento y la prevención del herpes genital. Será mediante la utilización de un virus modificado genéticamente, la misma técnica con la que el gigante inglés pretende también obtener una vacuna de la hepatitis B.

Y otro tanto se pretende hacer en los laboratorios del North American Vaccini, en Maryland (EEUU), donde los científicos están experimentando con monos una nueva vacuna de ingeniería genética contra los tres tipos conocidos de meningitis. Las actuales protegen contra los serogrupos A y C pero no contra el B, la cepa más común y, de momento, la responsable de más de la mitad de los casos de infecciones por meningococo en Europa y Estados Unidos.

El otro gan desafío al que se enfrentan los científicos se llama malaria. Es una enfermedad muy extendida en casi todos los países tropicales y se adquiere a través de la picadura del mosquito Anopheles. Su mordedura suele ser grave e incluso mortal: cada año, fallecen tres millones de personas en todo el mundo. La única vacuna disponible, desarrollada por el colombiano Manuel Elkin Patarroyo, no es eficaz al cien por cien y tampoco el tratamiento quimioprofiláctico garantiza inmunidad completa. De momento, gana el mosquito.



Previsión de disponibilidad de algunas vacunas nuevas

A corto plazo (1996/98)	A medio plazo (1998/2001)
V. Pediátricas combinadas	Herpes
DTPa/e+HBV+HAV+IPV+Hib	Lyme
Varicela	HBV mejorada
Hepatitis A+B	HB terapéutica
SRPV[1]	Herpes terapéutica
Anti-tífica	E. Coli entero toxigena (ECET)
Cólera	
dtpa/+HBV recuerdo	

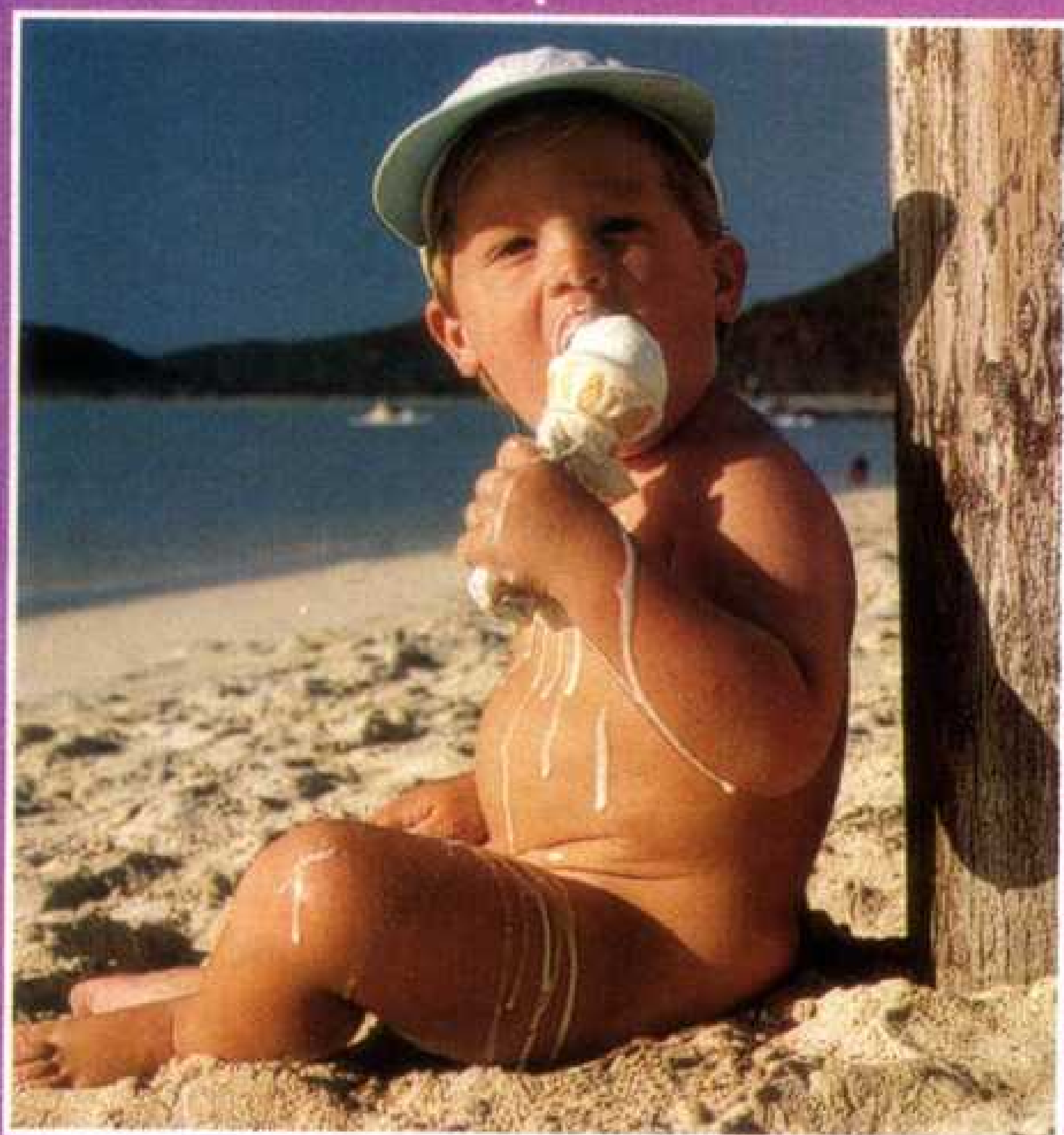
1 Sarampión + rubéola + parotiditis + varicela



Mortalidad infantil por infecciones evitables por vacunación (WW/94)

Sarampión	>43 millones
Tos ferina	>40 millones
Polio 3 serotipos	>93.528
Tétanos neonatal	>0,5 millones
Tos ferina	>0,4 millones

WHO/EPI/CEIS/95.2 EU



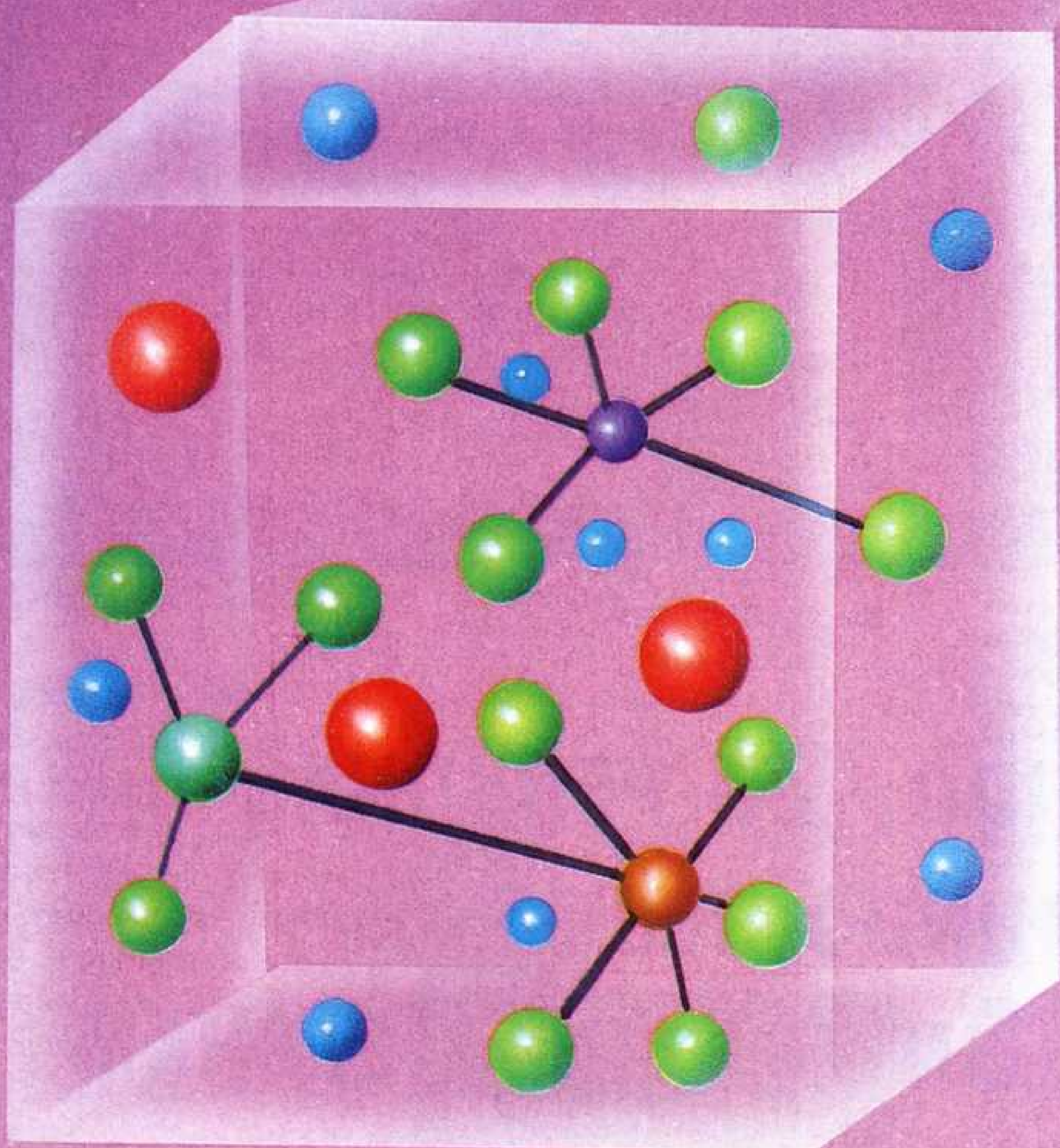
FRÍO, DULCE Y CREMOSO. A los niños les encanta, pero tampoco los adultos le hacen ascos a un buen helado de cucurucho. Proporciona energía de rápida utilización y es un alimento completo.

Calorías: 200-250

Proteínas: 4-7 grs.

Grasas: 8-15 grs.

Hidratos de carbono: 20-30 grs.



Azúcar

Grasas

Agua

Aire

Emulsionantes

Proteínas

LAS DULCES MOLÉCULAS DEL VERANO. En este dibujo se muestra el contenido nutricional de 100 gramos del típico helado de cucurucho artesanal. Sobre estas líneas, una representación esquemática de las moléculas que componen una bola de helado.

¡Al rico helado!

¿Cómo digiere nuestro organismo un helado? ¿Sabe que su receta debe incluir un alto porcentaje de aire? ¿Cómo funcionan las plantas artesanales donde se fabrica? Les presentamos el universo que se esconde tras ese cremoso y frío bocado



POR PIA BONANNI Y ALVARO HERRERA

Los labios se estremecen al entrar en contacto con el frío, provocando la contracción de los vasos sanguíneos y tomando un color más oscuro por la menor cantidad de oxígeno que reciben. Inmediatamente después, la parte anterior de la lengua empieza a percibir el sabor dulce de la glucosa y la fructosa, las dos sustancias que componen el azúcar alimenticio. En cuanto esta señal llega al cerebro, el sistema hormonal recibe el mensaje de que una nueva cantidad de azúcar va en camino. Como consecuencia, el páncreas segrega insulina, que disminuye en casi un 6% la glucosa que circula por la sangre para hacer sitio a la cantidad esperada, evitando que aumente demasiado la glucemia.

Mientras esto ocurre, las 5.100 papilas gustativas de la lengua colaboran con la mucosa nasal en la percepción del gusto del helado: chocolate, fresa, menta... Las terminaciones nerviosas del paladar determinan la consistencia del alimento. El cerebro se encarga entonces de recapitular toda la informa-

continúa en pág. 70 →

ción acerca de los aromas percibidos, la consistencia detectada y la cantidad de azúcar ingerida, y nos impulsa a decir «¡Este helado está buenísimo!». El primer mordisco que damos al helado, y que en la boca se convierte en líquido, tarda alrededor de un segundo en llegar al estómago, provocando una sensación de frescor en el tubo del esófago (si hubiésemos hincado el diente a algo sólido como el cucurucho, hubiera tardado casi ocho segundos en llegar al estómago).

No sólo la glotonería explica la pasión de los niños por el azúcar

Pasados 20 minutos, los azúcares, transformados en glucosa, pasan a la corriente sanguínea. Las grasas tardan más tiempo en asimilarse, pero en este caso el proceso es más rápido en comparación con otro tipo de alimentos: en la elaboración del helado, las partículas de grasa, que tenderían a agruparse en glóbulos al entrar en contacto con el agua, se emulsionan cuidadosamente, o lo que es lo mismo, se desmenuzan hasta alcanzar el tamaño de unas pocas micras (milésimas de milímetro).

Las grasas se distribuirán después por todo el organismo, depositándose también en el cerebro, especialmente en el de los niños más pequeños. De hecho, en el cerebro adulto las fibras nerviosas están perfectamente aisladas entre sí por unas vainas compuestas esencialmente de grasas y colesterol. En el caso de los niños, este proceso se encuentra aún en fase de desarrollo y su organismo necesita de estas sustancias para completarlo, lo que explica su incontrolable deseo por comer no sólo alimentos ricos en azúcares sino también en grasas.

Por su parte, las proteínas del helado, que proceden esencialmente de la leche, la nata y los huevos, son digeridas por el organismo y descompuestas en constituyentes esenciales (los aminoácidos), que a su vez son enviados a las células, donde se reagrupan nuevamente para reconstruir las proteínas más

continúa en pág. 72 →

La receta con más tradición

¿Qué tiene el helado artesanal?

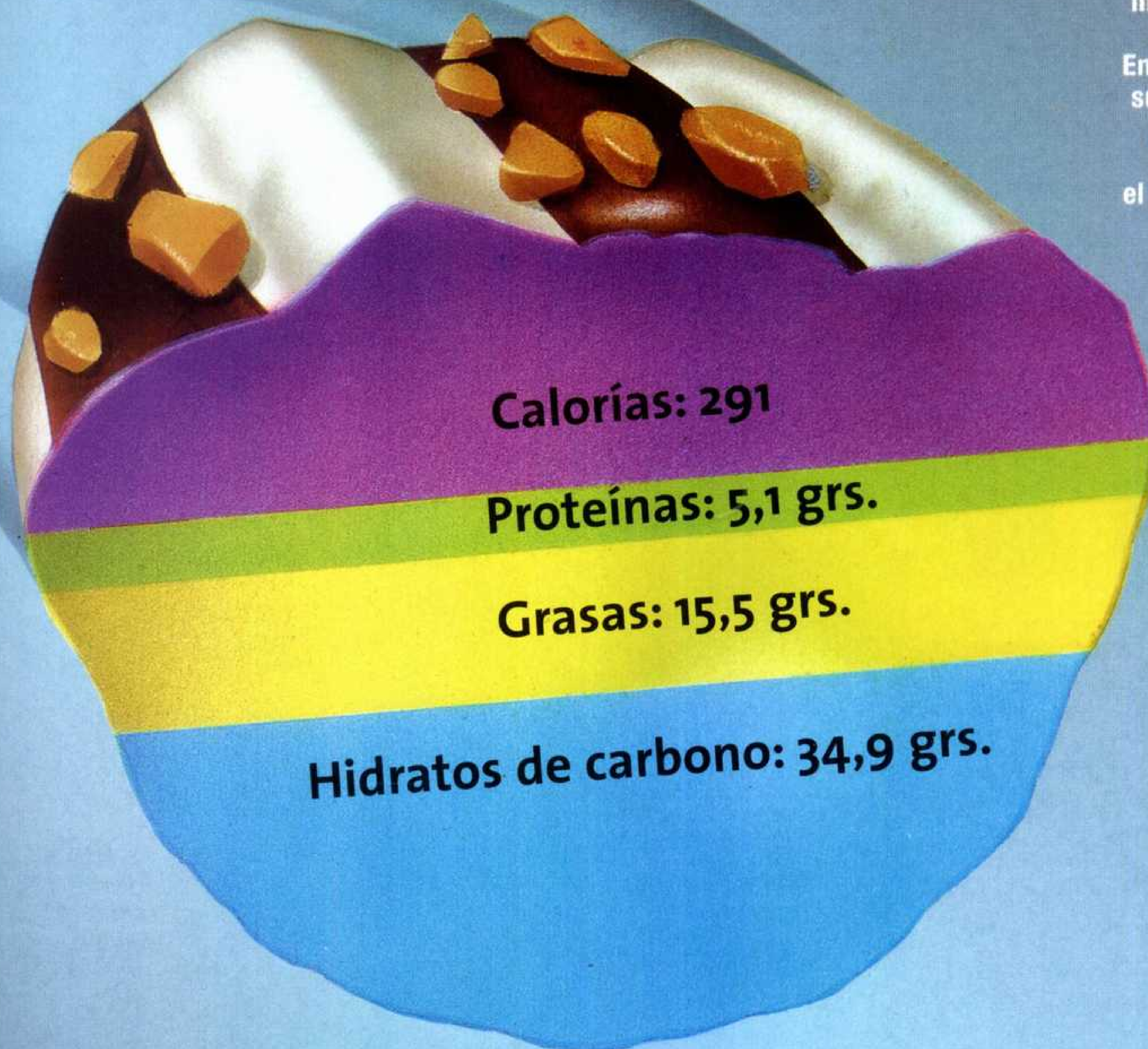
Newton ha preguntado a los expertos cuáles son los ingredientes del helado de chocolate, el sabor más consumido junto a la nata y las nueces.

Leche entera fresca	litros	0,625
Agua	litros	0,375
Leche desnatada en polvo	gramos	45
Nata	gramos	31,25
Azúcar	gramos	450
Neutro*	gramos	1
Sal	gramos	1
Clara de huevo	gramos	36-40
Cacao	gramos	100
Cobertura de chocolate	gramos	15

** el neutro se refiere a las sustancias estabilizantes y emulgentes*



UN ALIMENTO DE LOS PIES A LA CABEZA
Perfectamente equilibrado en el aporte de proteínas, grasas e hidratos de carbono, el helado industrial de cucurucho aporta prácticamente las mismas calorías que un plato de pasta con salsa de tomate. Para que el helado permanezca sólido incluso bajo el sol sin perder ni un ápice de su cremosidad, es imprescindible que la mezcla del helado incorpore aire. En el de tipo artesanal, el aire supone entre un 50 y un 60% del volumen total, mientras que en el de tipo industrial el volumen de aire representa entre un 100 y 130%. El valor nutricional de 100 gramos de helado industrial aparece reflejado en el dibujo de la izquierda.



Cuanto más frío hace, más se consume

•¿El alimento del verano? No únicamente. Las estadísticas empiezan a desmentir esta idea y España va acercándose al hábito europeo de consumir helados durante todo el año. Durante el 97, la cifra alcanzó los 254,2 millones de litros, lo que equivale casi a seis litros por habitante. Aún así, los españoles tomamos menos helados que los nórdicos. En Noruega, Suiza y Dinamarca, cada habitante consume una media de 20 kilos anuales. Cuanto más frío hace, más helados se consumen. Al menos nos queda el consuelo de que una buena parte de lo que se toma fuera lleva etiqueta española.



necesarias en ese determinado momento.
Mientras todo esto ocurre, no queda ni rastro del helado: en unos pocos minutos, nuestro organismo se ha enriquecido, por cada ración de 100 gramos, con aproximadamente 200-250 calorías, 20-25 gramos de hidratos de carbono (azúcares), 10-15 de grasas, 5 de proteínas y 100 miligramos de calcio, aunque estas cantidades varían en función de los ingredientes y del proceso de elaboración: artesanal o industrial. Pocos alimentos tan sabrosos y apetecibles como el helado proporcionan tanta energía de rápida utilización, debido a los azúcares simples y a los nutrientes esenciales.

La mezcla se transforma

Se trata de un alimento completo que ha alcanzado un grado de perfección difícilmente imaginable cuando nos apostamos en el mostrador de una heladería. Pero, ¿qué sucede para que una mezcla densa y dulzona de leche, huevos, agua, fruta y aromas pueda convertirse en este sabroso alimento?
La fabricación del helado roza los confines de la Física, ya que, a pesar de la temperatura extremadamente baja a la que se mantiene (entre 15 y 18 grados bajo cero), a la que cualquier otro alimento terminaría tan duro como el acero, el helado mantiene una consistencia cremosa que resulta agradable al paladar.
Los ingredientes que incorpora explican buena parte de este fenómeno, pero el componente esencial que lo hace posible es el aire. Este elemento se encuentra en el 40-50% del volumen total del helado de tipo artesanal y alrededor del 100-130% en el de tipo industrial. No sólo permite que el helado resulte cremoso, sino que además actúa como un perfecto aislante térmico. Así,



¿Qué contiene el helado industrial?

Ésta es la composición del típico helado industrial de vainilla con cobertura de chocolate:

Helado de vainilla:
Leche desnatada, azúcar, grasas vegetales refinadas, jarabe de glucosa, yema de huevo, aromas estabilizantes y emulgentes.

Cobertura de chocolate:
chocolate fundido, azúcar, pasta de cacao, manteca de cacao, emulgentes, aceite vegetal y aromas.

queda protegido, por ejemplo, de los saltos de temperatura que pueden producirse en los puntos de venta y lo mantiene sólido el mayor tiempo posible mientras nos deleitamos con él bajo el sol.

La mayor cantidad de aire explica que el helado industrial se deshaga por lo general más lentamente que el artesanal, pero también le hace menos consistente. Los granizados y sorbetes, que incorporan menos aire (alrededor de un 30%), se deshacen por lo general antes que los helados a base de leche.

▶ El equilibrio ideal

Otro factor esencial es la dosificación de la mezcla, que en el pasado se hacía a ojo o siguiendo una antigua tradición, y que ahora se basa en cálculos extremadamente precisos. Los componentes sólidos presentes en la mezcla (azúcares, grasas, proteínas, etc.) deben suponer entre el 32 y el 42% del total, siendo el 36% el porcentaje ideal; el resto lo constituye el agua (ya sea procedente de la leche o añadida).

Los sólidos y el agua se unen químicamente formando un todo perfecto. Pero si las moléculas de agua son porcentualmente inferiores a la tasa normal, en la mezcla quedará mucha agua en estado libre, que después pasará a convertirse en enormes cristales de hielo, que harán que el helado resulte demasiado áspero, frío y compacto.

Por el contrario, si se añaden demasiados componentes sólidos, la solución se saturará, pues no todos ellos llegarán a disolverse en el agua (como ocurre al añadir demasiado azúcar en el café: una parte se queda siempre en el fondo de la taza) y el helado resultará demasiado pesado.

En la elaboración del helado

continúa en pág. 74 →



NATA Y CHOCOLATE PARA CRECER CON SALUD
Además de tratarse de una sabrosa golosina, a los niños les encantan los helados por una cuestión fisiológica. Los azúcares y grasas que contienen son indispensables para su cerebro, que con ellos fabrica las vainas de grasas y colesterol con las que se aíslan las fibras nerviosas.

artesanal, suele añadirse una pizca de sal, que además de resaltar el gusto de la crema compuesta de leche y huevos, reduce la cantidad de agua libre en la mezcla, ya que posee una fuerte capacidad de absorción del agua.
Las proporciones de los ingredientes sólidos en la mezcla, que en las plantas industriales vienen controladas por microprocesadores, dependen en gran medida del tipo de ingredientes y del gusto de los consumidores. En algunos lugares, se aprecian más los helados dulces y con menos contenido graso y, en otros, se prefiere todo lo contrario.
La mezcla se somete después al proceso de pasteurización para eliminar los posibles microorganismos nocivos. Hoy en día, también las plantas artesanales cuentan con pasteurizadores, unos aparatos que elevan la temperatura de la mezcla entre 82 y 85ºC durante 15-30 segundos, y la disminuyen después drásticamente hasta los 4ºC. Lo que se obtiene en este proceso sigue siendo algo heterogéneo, debido a la escasa mezcla de las grasas y el agua, y a la presencia de partículas insolubles (cacao, nueces, pulpa de fruta, etc.) en suspensión. El paso siguiente es, por tanto, la homogeneización: en las plantas industriales, unas potentes bombas se encargan de hacer pasar la mezcla por orificios diminutos, sometiéndola a una presión de hasta 200 atmósferas. De esta forma, las partículas insolubles y las grasas reducen su tamaño hasta casi dos micras (milésimas de milímetro), una cantidad infinitesimal teniendo en cuenta que nuestro paladar sólo es capaz de detectar partículas de al menos 20 ó 30 micras. Esta operación evita además que nuestra boca perciba las grasas en forma de desagradables glóbulos oleosos. En las plantas artesanales se utilizan homogeneizadores más pequeños o acoplados a los pasteurizadores.
En este punto, la mezcla, todavía líquida y densa se hace madurar mediante un lento proceso de agitación que dura entre 6 y 12 horas a una temperatura de 4º C, de forma que las partículas de grasa se solidifiquen y las proteínas se mezclen mejor con el agua. Otro de los objetivos de la maduración es eliminar la mayor cantidad posible de agua en estado libre, para evitar la formación de cristales de hielo en el helado y permitir a la vez que la mezcla englobe más cantidad de aire. Para ello, se utilizan sustancias denominadas estabilizantes y emulgentes (harina de semillas de algarroba y guar, o gelatinosas: sales extra-

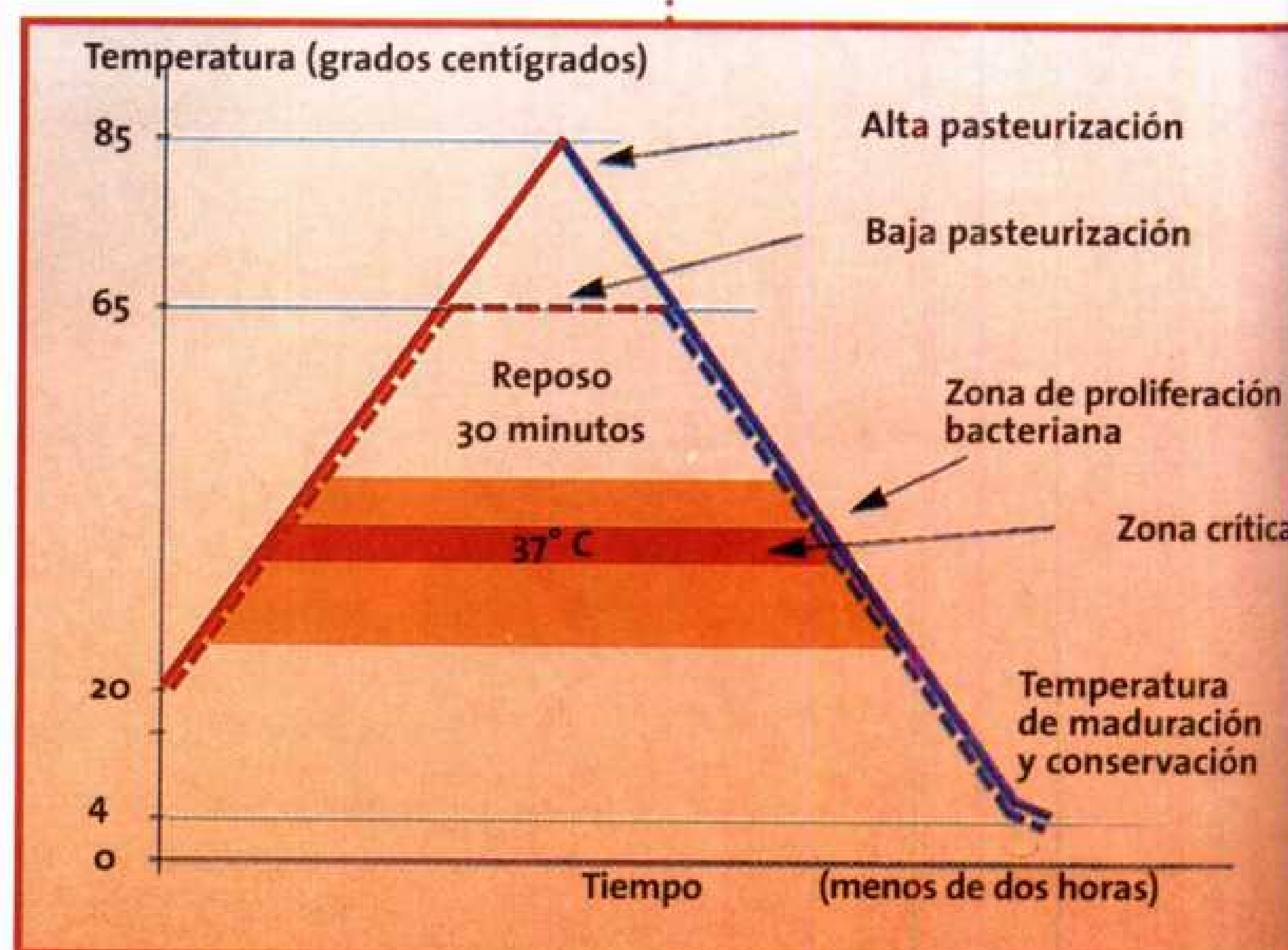
continúa en pág. 76



DESDE EL AJO AL JENGIBRE. El helado artesanal es más pastoso que el industrial porque contiene menos aire y tiene menos calorías. El proceso de elaboración (véase el recuadro inferior) no es excesivamente complejo, pero debe someterse a reglas muy estrictas, sobre todo en lo referente a la sanidad e higiene.

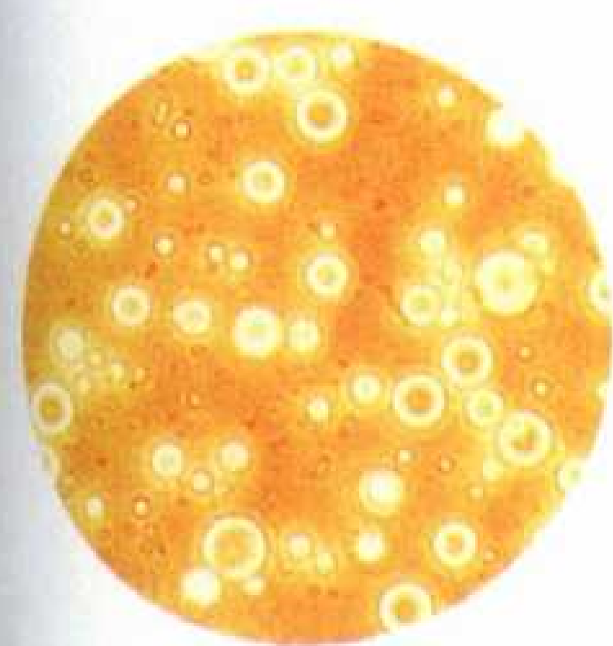
Dentro de la planta artesanal

- **Una buena planta** artesanal debe contar con los siguientes equipos: un pasteurizador, dos tanques de maduración, un solidificador horizontal y otro vertical.
- **El pasteurizador** sirve para eliminar las bacterias del helado. Existen dos tipos de pasteurizaciones: alto (se eleva la temperatura hasta 85º C y se mantiene durante algunos segundos, para después enfriarla rápidamente hasta los 4º C); y bajo (a una temperatura de 65º C con un tiempo de reposo de 30 minutos). Dentro del pasteurizador puede incluirse un homogeneizador que, pasando la mezcla por un diminuto agujero, desmenuza los glóbulos de grasa para que se mezclen mejor con el agua.
- **Tanques de maduración.** Tras la pasteurización, la mezcla debe *reposar* a una temperatura de seguridad (entre 4 y 6º C) durante un cierto tiempo mientras se bate lentamente. Esta fase permite a los componentes sólidos absorber la máxima cantidad de agua para que quede más densa. El agua que no se absorba se congelará después en el solidificador, creando así el auténtico helado.
- **El solidificador** transforma la mezcla en helado, poniéndola de nuevo a una temperatura extremadamente baja (más de 15º bajo cero). Mientras se desarrolla esta operación, el solidificador introduce aire en el helado para obtener el llamado volumen *overrrun*, mayor en el caso de los solidificadores horizontales. La elección de uno u otro dependerá del sabor del helado que se desee.





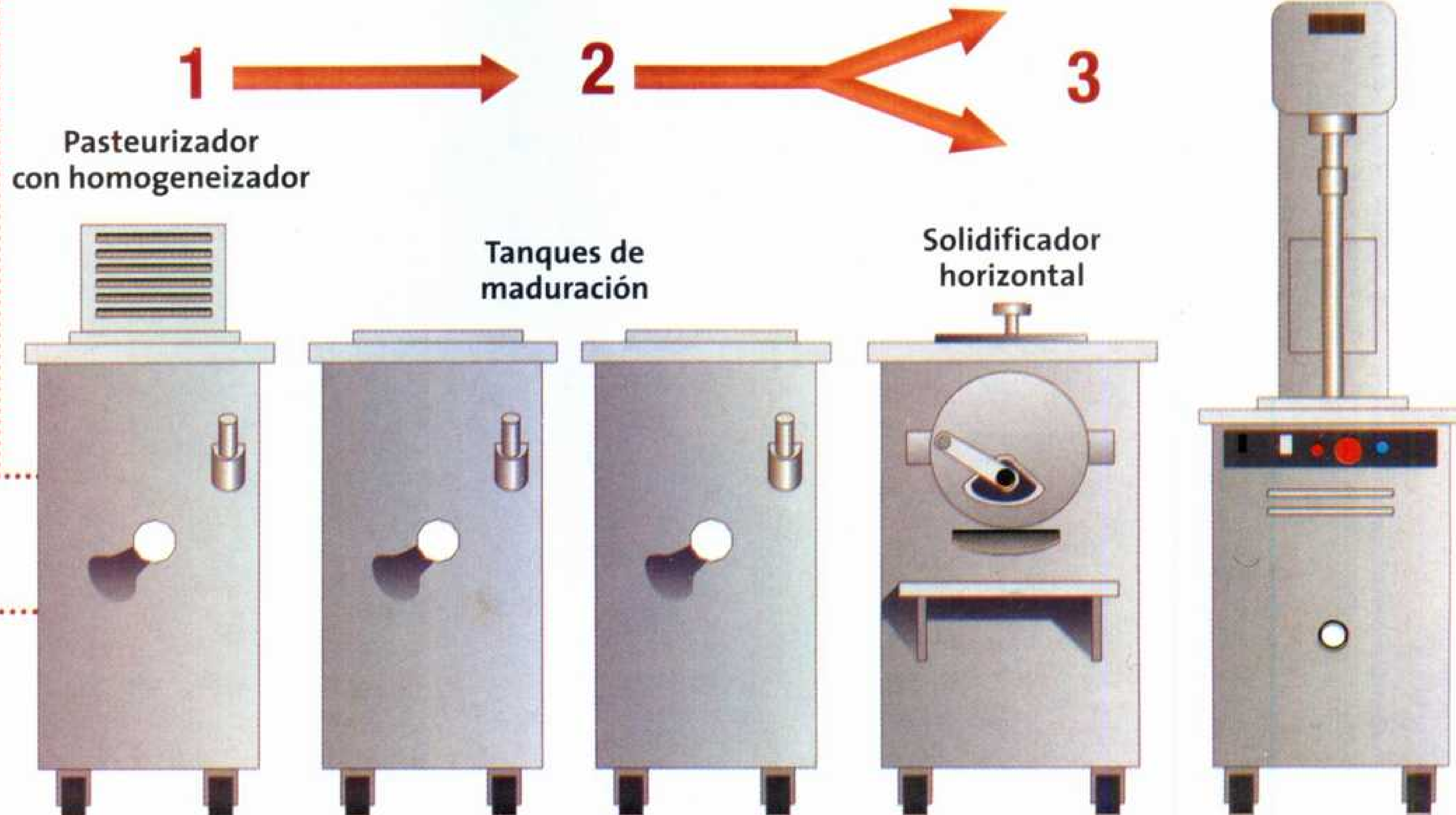
SORBETE LIGHT
Ligero y refrescante, el helado de fruta se prepara sin leche ni nata, por lo que no contiene grasas ni proteínas. Las calorías vienen determinadas por la glucosa o fructosa empleada en su elaboración, las dos sustancias que componen el azúcar alimenticio.



Mezcla heterogénea



Mezcla homogénea



Calorías: 101

Proteínas: 1,4 grs.

Grasas: 1,7 grs.

Hidratos de carbono: 21,3 grs.

¿En la calle o en casa?

• **La mayor** parte de los helados que se consumen en España se compran por impulso (36,5%) y se saborean al aire libre. A casa nos los llevamos en un 24% de las ocasiones (ésta es la modalidad que más ha crecido respecto a temporadas anteriores) y en el restaurante lo tomamos el 7,4% de las veces.





EL DE FRESA Y NATA NO ENVIDIA AL RESTO
Entre los helados industriales, el de nata cubierto de sorbete de fresa resulta más ligero por su cobertura a base de fruta y agua, pero aporta todos los principios nutricionales de la leche.

ídas de algas marinas) que consiguen absorber una cantidad de agua 440 veces superior a la de su propio peso: un solo gramo de una de estas sustancias es capaz de absorber 400 gramos de agua.

De esta forma, entramos en la última fase del proceso, donde la mezcla dulzona y densa se convierte en un alimento suave y cremoso. Se trata de la solidificación, operación que llevan a cabo aparatos que congelan la mezcla mientras la baten por medio de paletas rotatorias que ejecutan alrededor de 300 vueltas por minuto, permitiendo así la incorporación del aire. En algunas plantas industriales, se introduce posteriormente más aire en la mezcla. En 10 minutos, el helado alcanza una temperatura media de 5-8º C bajo cero, un rápido enfriamiento que también evita que el agua que haya quedado en estado libre se transforme en cristales de hielo demasiado grandes (lo ideal es que su tamaño no exceda de una o dos micras). El producto final se introduce después en tanques, en el caso de las plantas artesanales, o en moldes, en el caso de las de tipo industrial. Finalmente el helado se almacena a -20º C para que se conserve hasta el momento de su venta al público. Entonces sólo hay que ¡saborearlo!

Congelado, a la vez que cremoso, el helado roza los límites de la Física

Aprender a pensar

A través de diversas estrategias que potencian la elasticidad, la mente se puede educar para no dejarse engañar por las apariencias y la intuición. Bajo estas líneas, *Newton* descubre la mejor forma de aplicarlas

POR ALBERTO OLIVERIO*

El cerebro humano posee su propia lógica interna, fruto de una larga historia evolutiva. A lo largo de los años, se ha transformado lentamente, pasando de ser un órgano caracterizado por automatismos y respuestas instintivas a un instrumento potente y versátil, dotado de características intrínsecas que le permiten afrontar distintas tareas. Esta lógica interna es la base de su capacidad (reconocer el antes y el después, los lugares, rostros y expresiones de la gente) y, sobre todo, de ese potente código abstracto que es el lenguaje.
Aunque dotada de un instrumento potente y versátil, la mente se educa desde las primeras fases de la infancia, a través de estrategias, con el fin de potenciar la plasticidad, guiar la lógica, perfeccionar las capacidades de prestar atención a las señales y características del mundo, hacer uso de experiencias pasadas, generalizar, hacer analogías...
Esta educación del pensamiento se hace más necesaria cuanto más se mueve todo en un entorno abstracto, sujeto a rápidos cambios y caracterizado por una gran cantidad de mensajes que sacuden la mente. Educar el pensamiento significa también darse cuenta del hecho de que la gente es engañada por la inmediatez de los mensajes sensoriales, más guiados por la concreción que por la abstracción, víctimas de trampas cognitivas que inducen a errores.

Errores de los sentidos

A lo largo de estos últimos años, estas *trampas de la razón* han sido objeto de estudios cada vez más exhaustivos por parte de las ciencias cognitivas. El conocimiento de estas *debilidades* del pensamiento sirven para darse cuenta de los errores más frecuentes y, consecuentemente, para aprender a pensar o, al menos, a pensar mejor.
A menudo, la mente humana pone en práctica heurísticas (estrategias simples y rápidas para hallar soluciones que per-

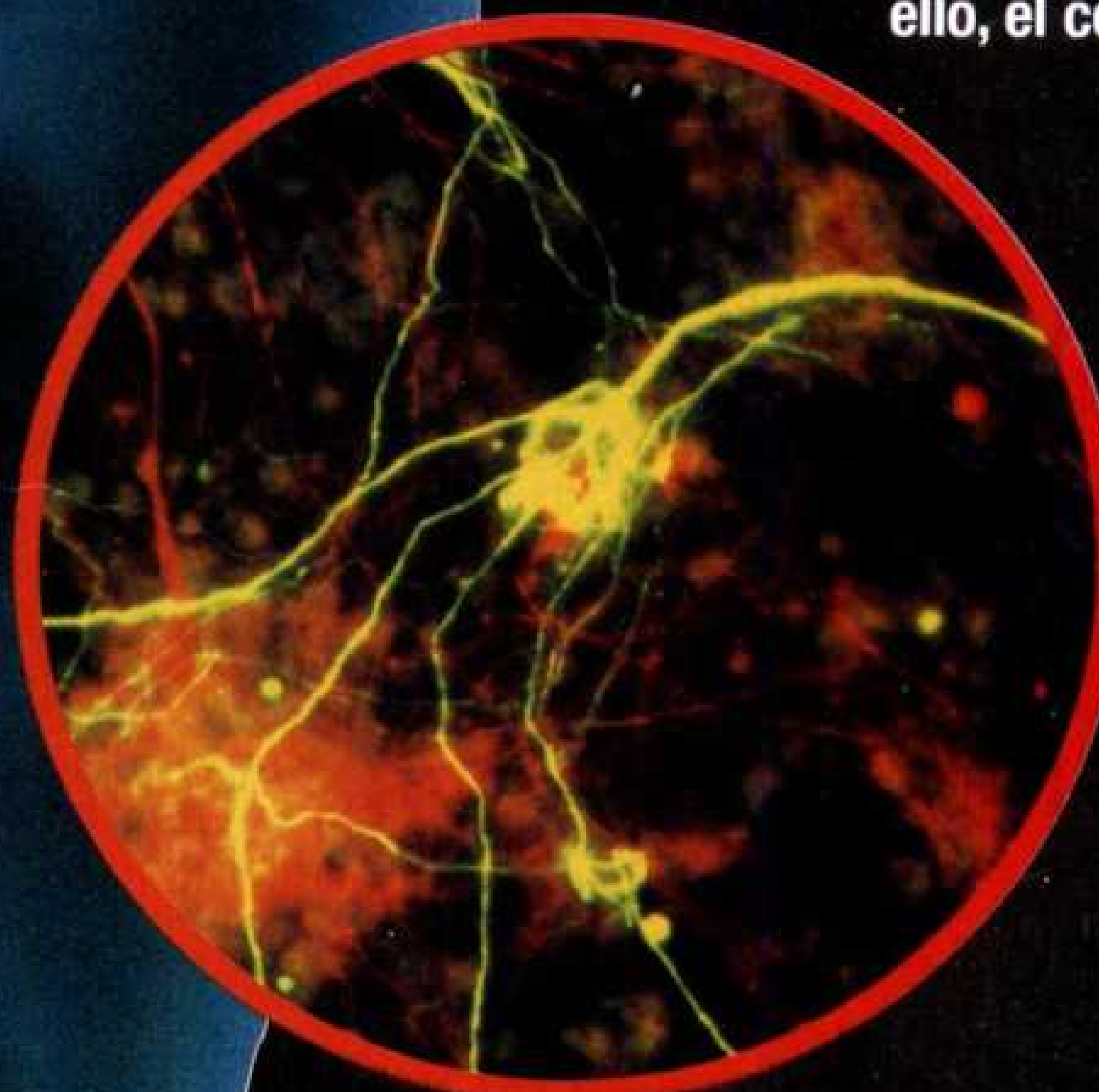
continúa en pág. 80

PALABRA DE HOMBRE, PALABRA DE MUJER

Las mujeres tienen la charla fácil: ya desde la infancia su lenguaje es más fluido, emotivo y refleja un modo de razonar, una aproximación a los problemas y una búsqueda de soluciones *de forma femenina*.
Esto que parece banal, encuentra ahora una explicación científica en las investigaciones realizadas sobre las diferencias anatómicas entre los encéfalos de los dos sexos. Jenny Hanasty, investigadora en la Universidad de Sidney, ha descubierto que en la mujer, las zonas cerebrales de Broca y Wernicke (situadas en la zona frontal), conocidas como áreas del lenguaje, ocupan un espesor de corteza superior al 20% respecto al masculino.

LOS NÚMEROS DE LA CABEZA
Con respecto a su antepasado el *Homo habilis*, que vivió hace dos millones de años, el hombre moderno cuenta con un cerebro dos veces más voluminoso (ha pasado de 0,6 a 1,2 litros), que pesa alrededor de 1.100-1.300 gramos. El número aproximado de neuronas (células nerviosas) es de 22,8 miles de millones en el hombre y de 19,3 en la mujer.

AUTOPISTAS DE LA RAZÓN
De las neuronas parten dos tipos de protuberancias, unas en forma de árbol y otras cilíndricas. Las primeras toman las informaciones que, en forma de descarga eléctrica, viajan a través de las cilíndricas. Los impulsos nerviosos se mueven a una velocidad de 60-130 metros por segundo. Por ello, el cerebro consume un tercio de los principios nutritivos y del oxígeno proporcionado por la sangre.



mitan adaptarse a la realidad) para resolver los problemas de forma intuitiva dando saltos y evitando un largo razonamiento; pero estas estrategias cognitivas tienen sus límites. Las heurísticas de tipo perceptivo, o mejor las adaptaciones que los sentidos ponen en práctica para permitir interpretar la realidad (por ejemplo, ver converger dos líneas paralelas como las vías del tren que se alejan en el horizonte), son útiles en términos de adaptación, pero ambiguas o falsas cuando se trata del conocimiento del mundo real. De hecho, los sentidos están influidos por errores de percepción.

Si estamos convencidos de algo, la opción más irracional parece lógica

Trampas típicas

La mente está sujeta a diversas trampas que inducen a cometer errores cognitivos. Estos errores o *bias* se reflejan en distintas estrategias mentales, desde las valoraciones intuitivas de la probabilidad de un acontecimiento hasta aspectos de la lógica y la solución de determinados problemas. A partir de la infancia, se cae en trampas típicas, como las que se refieren a juicios basados en silogismos impropios o en probabilidades erróneas.

En los silogismos, se parte de dos proposiciones demostradas para llegar a una conclusión que debería ser lógica, como en la clásica argumentación: 1.- Todos los hombres son mortales, 2.- Sócrates es un hombre, 3.- Por tanto, Sócrates es mortal.

Pero el silogismo puede llevarnos a conclusiones ilógicas, como en el ejemplo de los conejos en el que partiendo de la base de que el hombre es un mamífero al igual que el conejo, concluye con la identificación entre hombres y conejos. Es obvio que este silogismo está mal planteado y, por tanto, lleva a una solución absurda. Sin embargo, en muchos casos, se dan este tipo de silogismos y razonamientos que pueden confundir y no sólo cuando se trata de razonamientos realizados por los otros con el fin de engañar.

Los científicos cognitivos han llevado a cabo numerosos estudios sobre razonamientos basados en silogismos y afirman que casi todo el mundo tiende a creer más en conclusiones creíbles que en las increíbles, independientemente del valor del razonamiento. En otras palabras, cuando se quiere creer una conclusión, sobre todo si corrobora algo ya prejuzgado o está en sintonía con algo de lo que se está convencido, se puede creer también un argumento irracional, con tal de que tenga una estructura lógica. Así pues, el planteamiento de un problema de forma aparentemente rigurosa, puede hacer considerar que también sean rigurosas las conclusiones débiles o aquellas falsas e improbables. En resumen, no sólo se es capaz de apreciar rápidamente la diferencia entre silogismos válidos y nulos, sino que también se puede caer en la trampa cuando los silogismos u otros argumentos se refieren a una realidad que se conoce menos, lo que dará lugar a que el *marco* del razonamiento (en inglés, *frame*) muestre de forma distinta el cuadro a que se refiere.

Cuando el médico habla

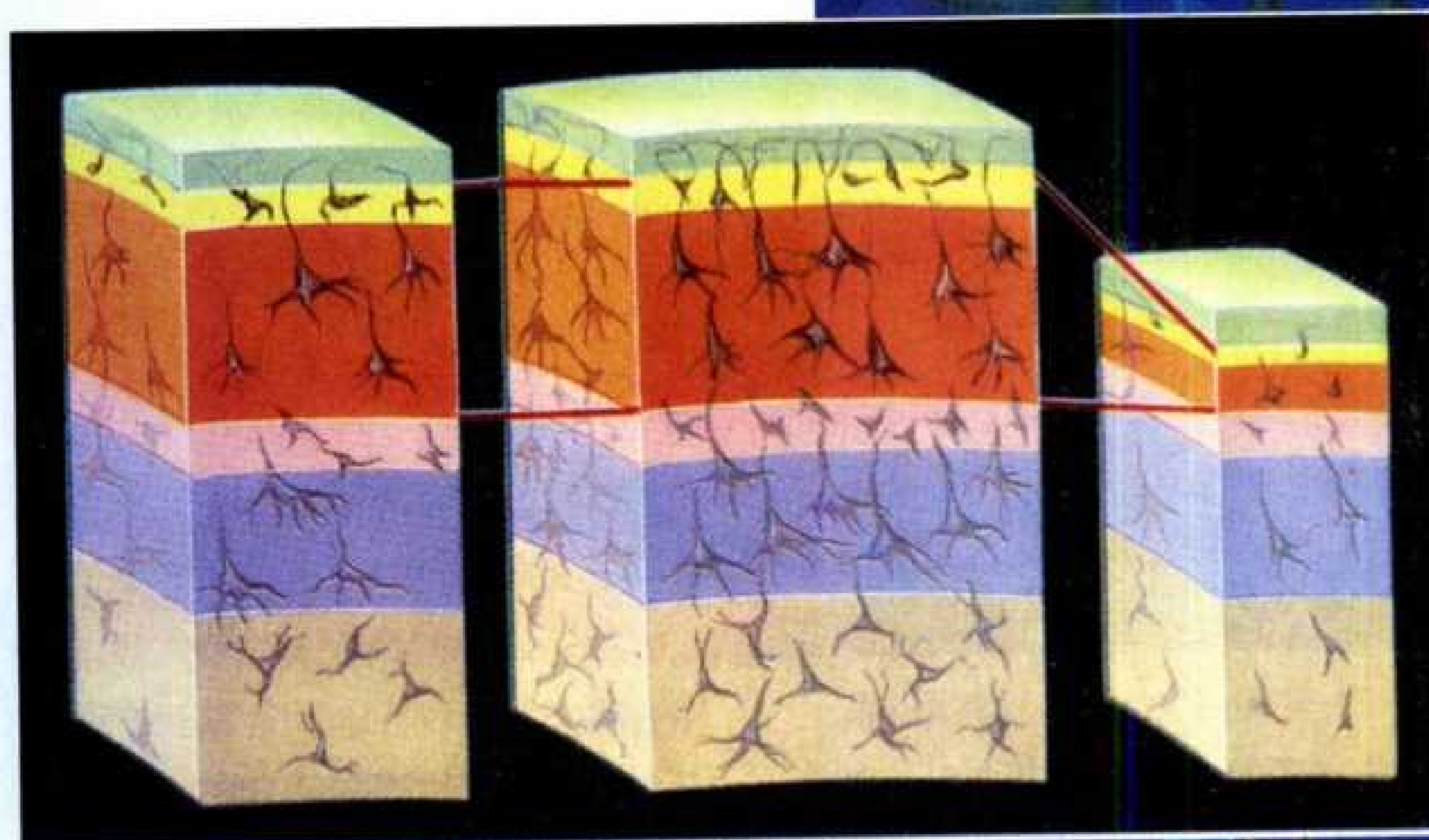
Un tipo muy particular de trampa o *framing* es el que se refiere a razonamientos de probabilidades, en los que las intuiciones llevan a conclusiones erróneas muy a menudo, contradiciendo las reglas del cálculo de probabilidades.

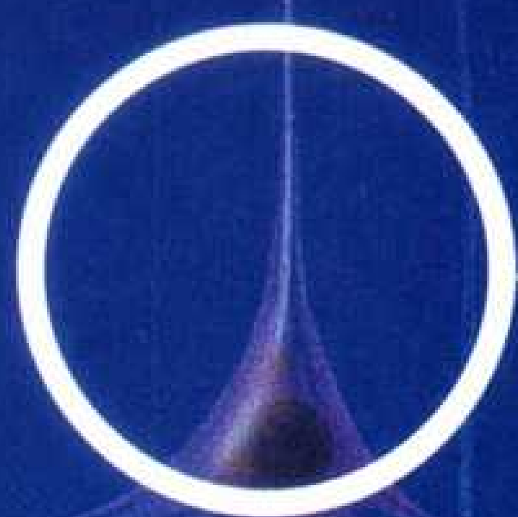
Por ejemplo, mucha gente acoge mejor cuando el cirujano dice al paciente que su enfermedad es grave, pero se puede practicar una nueva intervención que en una tercera parte de los casos salva la vida, que si le dicen que la enfermedad es grave y las intervenciones fracasan en dos tercios de los casos.

En ambos casos, las operaciones quirúrgicas tienen un tercio de probabilidades de tener éxito. Sin embargo, emotivamente satisface más el *framing* positivo del primer cirujano. Muchos ejemplos de *framing* relativos a la irracionalidad de las opciones han sido desvelados por Tversky y Kahneman. Por ejemplo, el que es conocido como *el problema de la asiática* (en referencia a la grave epidemia de gripe de los años 60). «Imaginen que el sistema sanitario se prepara para hacer frente a una epidemia de gripe asiática que causará 600 víctimas y que son posibles dos programas de actuación, ambos rigurosamente evaluados, según los científicos. Con el plan A se salvarán 200 personas, con el B hay un tercio de probabilidades de salvar 600 personas y dos tercios de que ninguna se salve». El 72% de los entrevistados elige la opción que ofrece mayor seguridad: el programa A. Pero si se cambia el

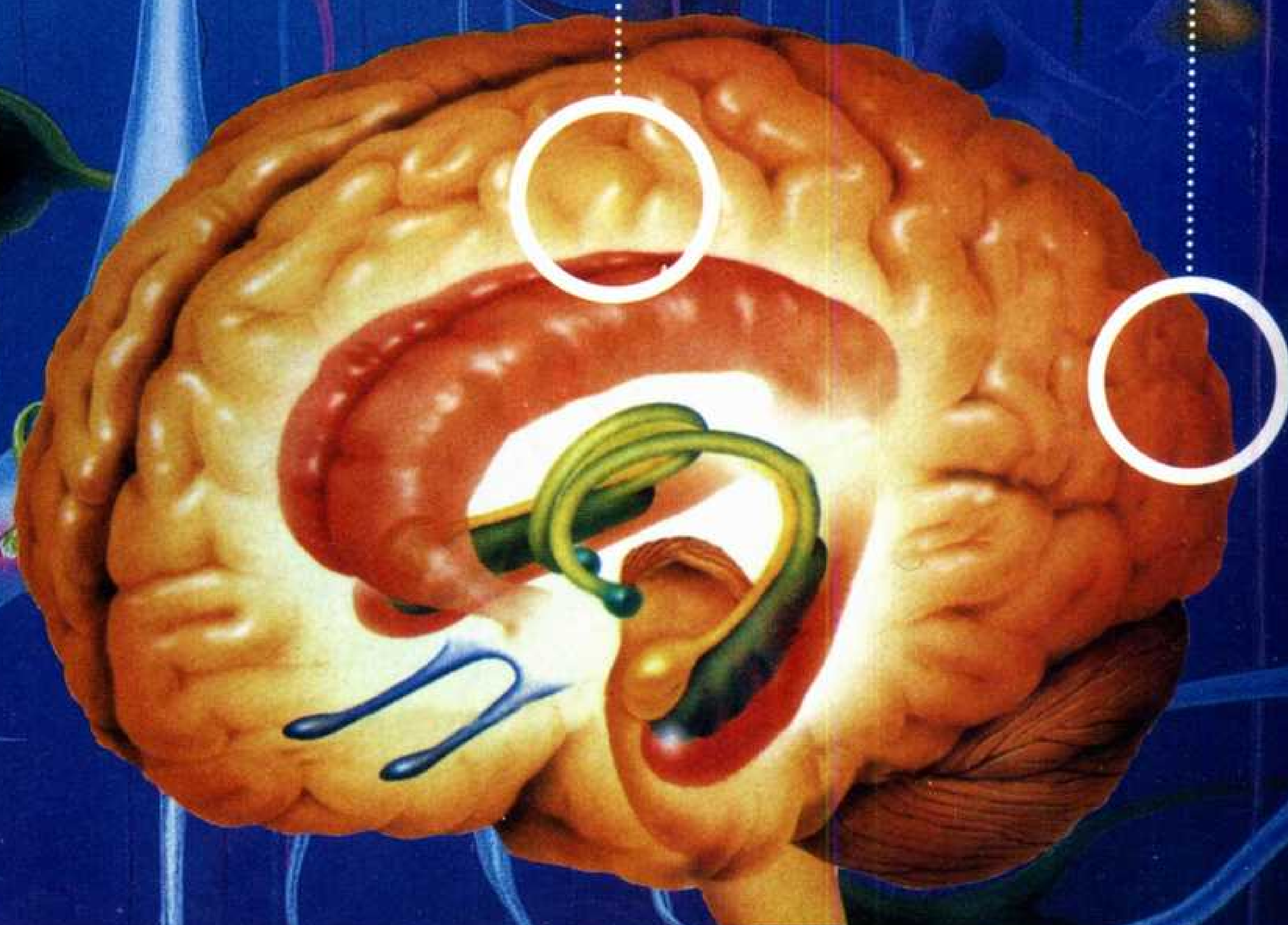
continúa en pág. 82 →

DECLIVE INEVITABLE
Durante el desarrollo, el cerebro crece, es decir, aumenta el número de neuronas. Éstas se disponen a lo largo de todo el tejido neuronal, superponiéndose en seis estratos (como muestra el dibujo inferior). Pero desde los 20 hasta los 70 años este tejido pierde aproximadamente un 10% de su masa. Las neuronas que desaparecen no son sustituidas y la memoria comienza a declinar inexorablemente.





CÉLULAS ESPECIALIZADAS
El cerebro puede ser representado como una compleja red, cuyos puntos nodales están constituidos por las neuronas, células altamente especializadas que se comunican entre ellas a través de prolongaciones nerviosas, por las que viajan las informaciones. Los encargados de distinguirlas son los mensajeros químicos: los neurotransmisores. En el interior de las sinapsis (relación funcional de contacto entre las terminaciones de las células nerviosas), éstos transforman el impulso eléctrico en señal química, transmitida a la neurona vecina, donde se transforma de nuevo en señal eléctrica.



framing de las preguntas, las respuestas varían notablemente. «Con el programa C morirán 400 personas, mientras que con el D hay un tercio de probabilidades de que no muera ninguna y dos tercios de que fallezcan 600 personas». Aunque los términos del problema en ambas opciones (C y D) son numéricamente equivalentes a A y B, ahora el 78% de los entrevistados prefiere el riesgo, la opción aventurada D, frente a la certeza de los 400 muertos de la C.

¿Por qué se toman estas decisiones, basándose en intuiciones que no son dignas de confianza? La respuesta es sencilla: nuestra mente es muy plástica, pero limitada, y para obviar esta inferioridad, debe tomar atajos que eviten largos e imposibles procedimientos de cálculo, tal y como han afirmado los expertos en Lógica. Se hace a través de las llamadas *redes booleanas* (en relación a las teorías del matemático inglés Boole), redes teóricas que poseen conexiones lógicas elementales que representan funciones como la negación, la conjunción y la disyuntiva, utilizadas por la lógica de los ordenadores. Si la mente se comportara como un ordenador y utilizara 62 símbolos, para resolver proposiciones de unos 600 caracteres, sería necesario un número de funciones *booleano* igual a 10 elevado a la 123 potencia, cantidad a todas luces insostenible.

Por ello, el cerebro se basa en reglas aproximativas, eficaces con el fin de que sean rápidos los tiempos de decisión. Estas reglas forman parte de la llamada intuición, estrategia que lleva a tomar atajos sin controles ni verificaciones. El problema es que las decisiones intuitivas se encuentran sujetas a errores, por lo que, a menudo, la lógica y las conclusiones tienen puntos débiles, indicando una disociación entre las normas ideales (las que establecen cómo juzgar y elegir) y la praxis, es decir el mundo real.

Quien se fía de los sentidos corre el riesgo de cometer graves errores

▶ Manipular opiniones

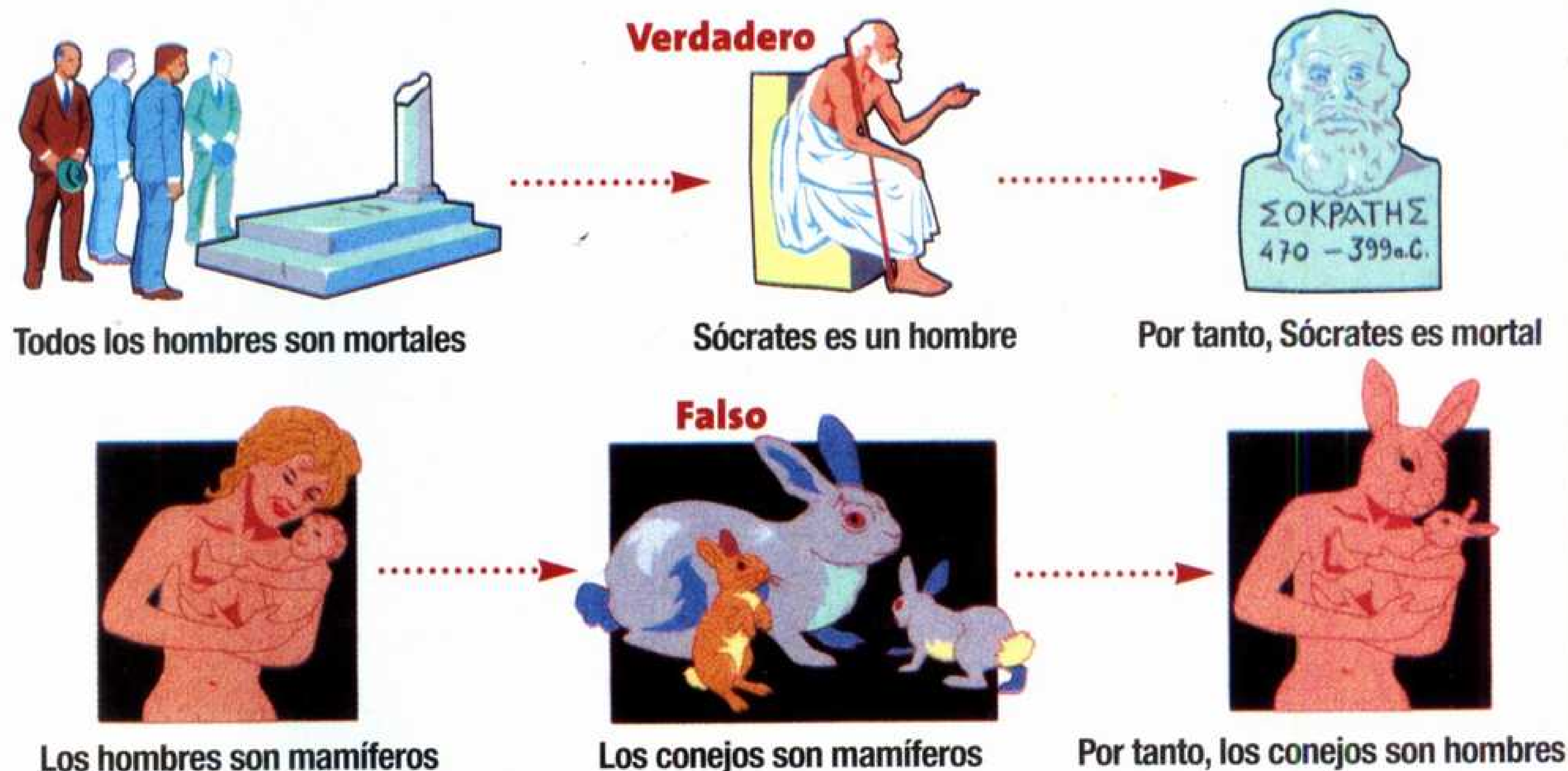
El *framing* también comporta que existan reglas capaces de hacer que una realidad parezca más o menos aceptable y positiva. Este punto es bien conocido por los expertos en comunicación de masas desde que dos psicólogos estadounidenses, Howard Schuman y Stanley Presser, demostraron cómo era posible manipular los juicios y las respuestas de las personas, según el orden en que sean planteados los problemas. El estudio realizado se refería a la postura de los americanos frente a la entonces Unión Soviética. Primero se hicieron dos preguntas a una muestra de adultos: 1.- Un país comunista como la URSS ¿debería permitir a los periodistas americanos difundir en América aquellas noticias que consideren oportunas sin censurarlas? 2.- ¿Deberían permitir los EEUU a los periodistas rusos difundir las noticias tal y como las ven y juzgan bajo su óptica particular? El 82% de los americanos respondió afirmativamente a la primera pregunta y aproximadamente el 75% a la segunda, la que permitía una notable libertad de opinión a los periodistas soviéticos.

Pero si se invertía el orden de las preguntas, las respuestas eran diferentes: sólo el 55% de los encuestados estaba a favor de permitir a los periodistas rusos en los EEUU, el libre ejercicio de su profesión. En consecuencia, el 65% de las personas respondía afirmativamente a la primera pregunta (libre ejercicio de la profesión para

continúa en pág. 84 →

Del Sócrates mortal al conejo hombre

Silogismos mal planteados pueden llevar a conclusiones absurdas. Como se puede observar, los siguientes ejemplos, que parecen formulados idénticamente, llevan a consecuencias diametralmente opuestas. No porque el silogismo no sea un sistema válido de razonamiento, sino porque en el ejemplo del conejo, la segunda premisa es cierta, pero lógicamente incorrecta. Si señalamos con una letra del alfabeto cada uno de los asuntos propuestos por el silogismo («Todos los hombres» será la frase A, «son mortales» la B, «Sócrates es» la C), se observa que el razonamiento del silogismo verdadero procede siguiendo el esquema: si A es B y C es A, también C debe ser B. En el primer caso, se sigue esta fórmula y el resultado es verdadero. En el segundo, la identidad está mal hecha y las afirmaciones se entremezclan, siguiendo el siguiente esquema: A es B, C es B, por tanto C es A, lo que lleva a un resultado erróneo. Por ello, es necesario poner mucha atención a la hora de poner en exacta relación los términos de comparación, porque nuestra mente genera silogismos inconscientemente y saca sus conclusiones, que se basan en intuiciones ilusorias o aproximaciones incorrectas en las comparaciones de un problema.



Todos los hombres son mortales → Sócrates es un hombre → Por tanto, Sócrates es mortal

Los hombres son mamíferos → Los conejos son mamíferos → Por tanto, los conejos son hombres

¿La verdad? Es una cuestión de perspectiva

• No siempre la realidad es como parece. Para adaptarse a un mundo tridimensional basado en la perspectiva, el cerebro pone en funcionamiento mecanismos simplificadores (heurísticas perceptivas), que la modifican. Uno de los ejemplos más evidentes de esta alteración automática de la realidad es aquel por el cual el cerebro ve cómo dos líneas paralelas convergen en el horizonte.



Ejemplo de error sensorial. La Luna en el cénit parece mucho más pequeña y lejana.



En el horizonte, parece mayor porque el ojo la compara con los objetos en primer plano.

los periodistas americanos en la URSS), probablemente para alinearse con las restricciones en lo referente a los informadores rusos. Sin embargo, el orden en que fueron hechas las preguntas hacía que esta vez las respuestas afirmativas descendieran en 17 puntos respecto al 82% del primer caso. Este giro en las opiniones (para los expertos, pseudo-opiniones) es frecuente en los sondeos televisivos, pero también los referendos electorales pueden ofrecer falsas opciones e influir en las respuestas, según se hagan las preguntas.
Un hecho demostrado es que una opción concreta logra un mayor número de apoyos si se presenta como la última de una serie, aunque hay que hacer notar que este efecto disminuye cuando las opiniones las realizan expertos en un campo determinado.

Si se invierte el orden de las preguntas, las opiniones cambian

▸ Defensa del inconsciente

Otro elemento de debilidad del pensamiento son los posibles mecanismos de defensa psicológica, la defensa del Yo, importante fuente de error, no sólo referida a la manera de afrontar y resolver los problemas, sino también a la de justificar decisiones y opciones a *posteriori*. Imaginen, por ejemplo, que acaban de adquirir un automóvil y se dan cuenta de que se anuncia un modelo nuevo, superior en algunas prestaciones al que han comprado. En su interior experimentará cierto enojo por no haber prestado atención a la campaña publicitaria o por no haber pedido información al respecto. Sin embargo, ya ha adquirido el automóvil y no se puede hacer nada. Es probable que en una situación similar se convenza de que su modelo tiene ventajas, que el nuevo tiene defectos o que las prestaciones no difieren demasiado.
Análogamente, se puede consolar con otros pequeños o grandes fracasos y racionalizar a posteriori las opciones, deseando inconscientemente autoprotegerse. Este tipo de obstáculo interno a la hora de afrontar los problemas y de evaluar las consecuencias de las acciones no depende sólo del hecho de lo que se quiere, sino también de otro mecanismo de sobrevaloración del Yo. De hecho, se ve animado por un cierto egocentrismo y tiende a influir más en la realidad cuanto más lo justifique la evidencia.
Los hombres tienen intuiciones, lo que no significa que necesariamente sean justas. Se enfrentan a problemas que, generalmente, resuelven, lo que no implica que una postura lógica garantice el éxito en la resolución cuando se enfrenta a problemas nuevos y complejos y, sobre todo, a situaciones insólitas, en las que las variables son numerosas y a menudo inadvertidas.
Por lo general, las variables que reducen la percepción y solución de un problema, son de tipo psicológico más que lógico-racional, tal y como indican muchos ejemplos de *framing* mental, en los que el *marco* debilita la posibilidad de una aproximación lógica.

▸ El coche y la radio

Examinar más de un problema a la vez o tomar decisiones al mismo tiempo, sugiere a la mente la existencia de un vínculo entre problemas y decisiones que no existe. Deberían ser afrontados autónomamente.
Una eventualidad frecuente es aquélla en la que el problema menor está conexionada con el problema mayor. Por ejemplo, si se gasta tres millones en un coche, ¿qué importancia tienen las 50.000 pesetas de la radio? En resumen, el pensamiento no es sólo un don o una capacidad natural sino una habilidad que debe ser desarrollada, teniendo en cuenta las trampas que tiende el instinto. Esto último es útil en muchos casos. Sin embargo, se manifiesta demasiado débil en situaciones que presentan más variables, en criterios abstractos o unidos a cálculos de probabilidades, por lo que debe ceder el paso a análisis de tipo racional, menos inmediatos y fáciles.

** Alberto Oliverio es profesor de psicobiología en la Universidad La Sapienza de Roma*

• LIBROS •

Alberto Oliverio
L'arte di pensare (Rizzoli).
José Botella Llusià y otros
¿Cómo funciona el cerebro? (Univesidad de Valladolid).

Un infierno llamado tornado

Llega sin avisar, dura unos pocos segundos, pero sus efectos son siempre devastadores. ¿Cómo nace este fenómeno de destrucción y de qué forma podemos enfrentarnos a él? Las respuestas nos llegan desde Estados Unidos, donde sus habitantes sufren centenares cada año



BUEN CAZADOR. Sobre estas líneas, el meteorólogo Howard Bluestein, quien se ha convertido en una leyenda como 'domador de tornados'. A la derecha, cosa de magia, una gran tromba de aire se desata en el centro de Nueva York.

Es uno de los fenómenos más devastadores y dañinos que produce la naturaleza: imprevisibles como los terremotos, aparecen de repente y desatan su furia en un abrir y cerrar de ojos. Los tornados, trombas de aire de gran intensidad, eran un misterio hasta hace poco. Pero desde hace unos años, gracias al coraje de algunos investigadores que se han adentrado hasta las mismísimas entrañas de estos fenómenos, hemos empezado a conocer su naturaleza y los mecanismos que los generan. Los datos sobre su nacimiento y evolución ayudarán en el futuro a prevenirlos o, al menos, a hacerles frente.

Estados Unidos es el país más afectado por los tornados. De acuerdo con las estadísticas, entre 1985 y 1994 se desataron allí alrededor de 1.000 tornados, con unos daños de 50 muertos, más de 1.000 heridos y cerca de un billón de pesetas en pérdidas materiales. Pero de hecho, los tornados no sólo azotan Estados Unidos, sino también China, Japón, casi todos los países del sudeste asiático, India y algunos países europeos como Italia, donde algunos sucesos trágicos e inexplicables se han atribuido después a un tornado. La valoración que desde hace años existe sobre estos desastres sólo se refiere a los daños provocados. El tornado es un fenómeno que, por su génesis imprevisible y por los riesgos y dificultades que conlleva su observación, empezó a ser objeto de estudio científico tan sólo a partir de la década de los años sesenta.

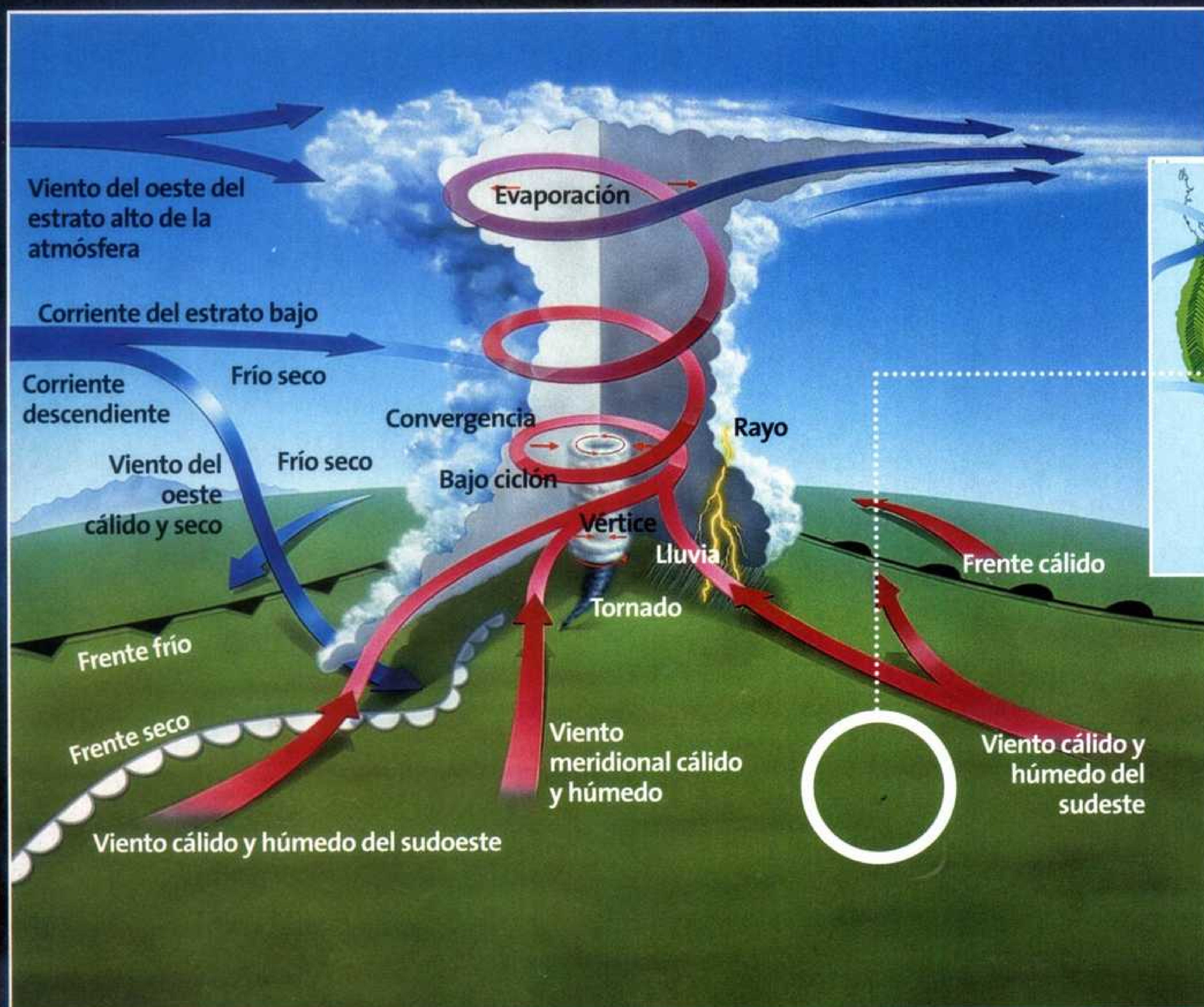
Caza mayor

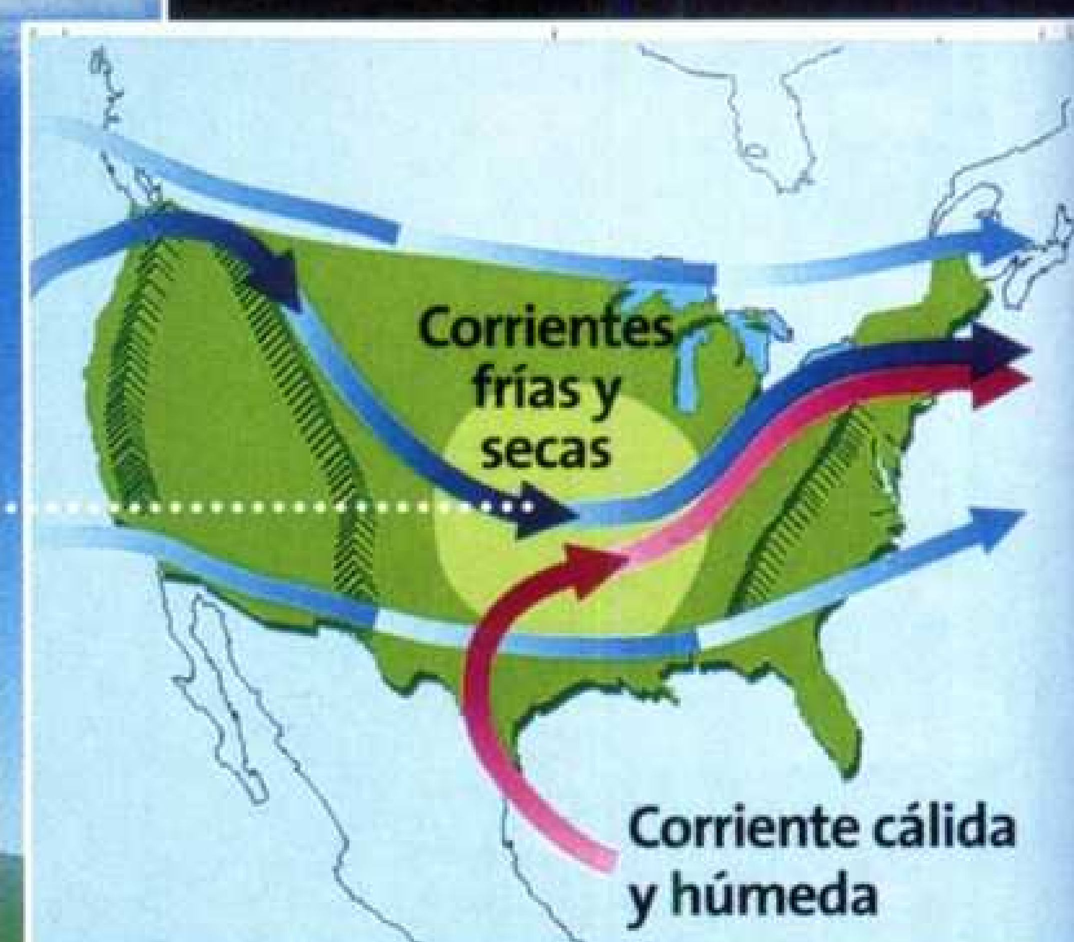
Un grupo de investigadores de la Universidad de Oklahoma inició recientemente una auténtica «caza del tornado', basada en la utilización de aparatos de radar de gran precisión. En el otoño de 1996, quedó ultimado en Estados Unidos el proyecto Nexrad, que instaló en territorio norteamericano más de 160 radares *Doppler* para la detección y recogida de datos de tornados, diluvios y huracanes. Esta red se automatizará antes del año 2000 y permitirá aumentar la precisión de las previsiones y advertir a la población sobre los posibles riesgos. A pesar de que el hombre está todavía muy lejos de controlar este tipo de catástrofes, la observación por radar y la recogida y elaboración sistemática de datos han permitido disponer de una mayor información sobre la causa de la formación y tipología de los tornados.

La zona en la que se desarrollan con más frecuencia se sitúa en pleno corazón de los Estados Unidos, al este de las Montañas Rocosas, en un lugar conocido como las Grandes Llanuras. Los tornados se desatan especialmente de abril y junio, normalmente entre la

continúa en pág. 89







Sobre estas líneas, las corrientes responsables de la formación de tornados en Estados Unidos. En invierno, sopla una fuerte corriente de Oeste a Este. En verano, esta corriente llega a Canadá. La corriente fría y seca deja atrás la cadena de las Rocosas y se encuentra con la corriente cálida y húmeda procedente del Sur. El choque entre las dos provoca una corriente que avanza en dirección norte en el sentido opuesto a las agujas del reloj. El contacto se produce en las Grandes LLanuras.

FORMACIÓN DE UN GRAN DESTRUCTOR

Los recientes estudios sobre tornados han identificado la existencia de una supercélula: punto en el interior del cumulonimbo (nube densa y vertical) en el que se genera el tornado. Es más fácil que se produzca un tornado cuando el cumulonimbo se forma por encima del frente seco, en la línea fronteriza entre la corriente del sudeste, cálida y húmeda, y la del noroeste que sólo se calienta cuando vuelve a bajar de las Montañas Rocosas. Si las corrientes chocan en el frente seco se forma un vértice en el fondo del megacumulonimbo. La acción de este vértice genera el tornado. Son muchos los puntos oscuros acerca de la estructura de estos fenómenos meteorológicos. Su observación se topa siempre con el peligro que conlleva acercarse y con el hecho de que desde las alturas es imposible estudiarlos por la presencia de los cumulonimbos.

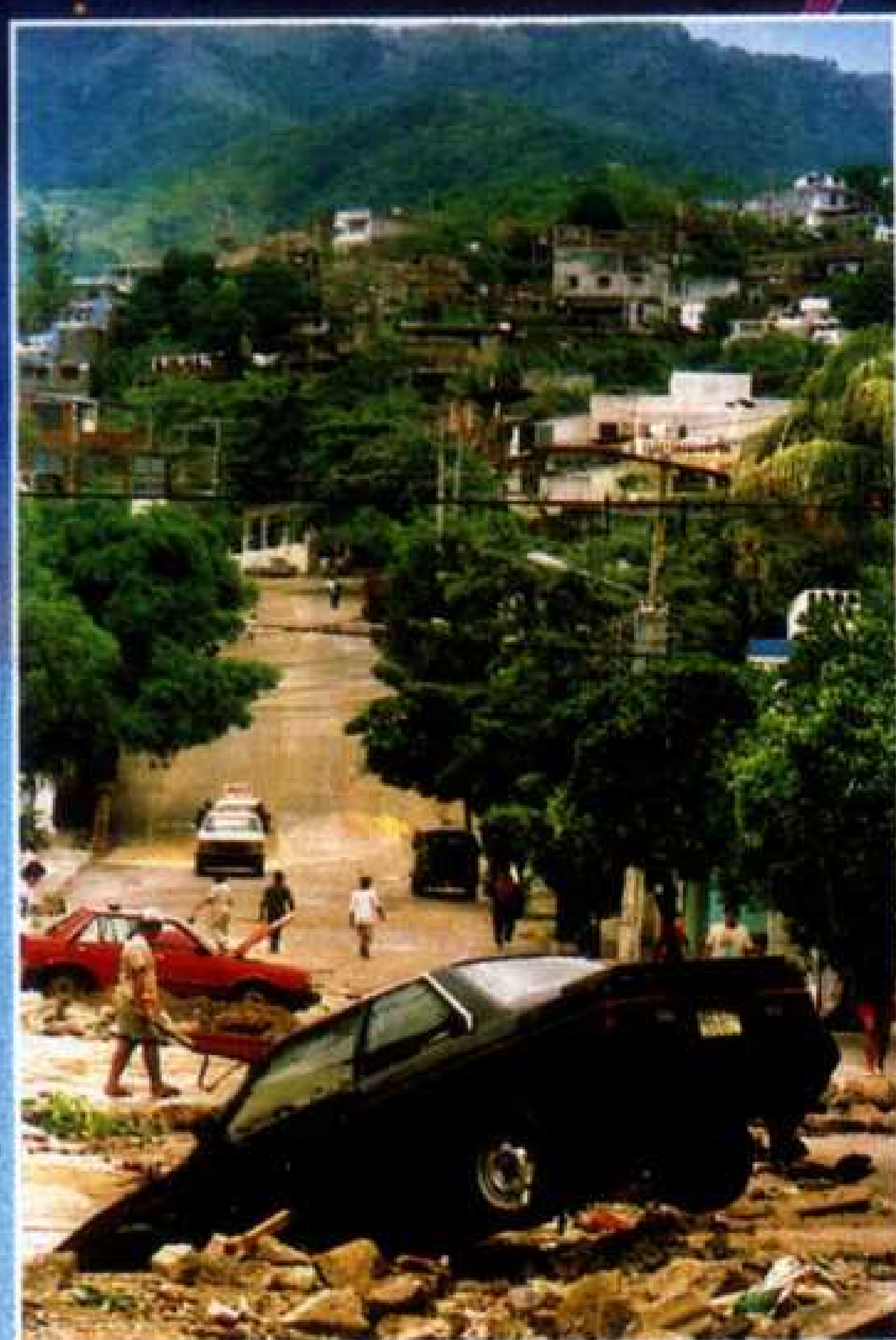
tarde y la madrugada, y su azote dura pocos minutos, un cuarto de hora como máximo, aunque en ocasiones se regeneran y pueden permanecer activos durante unas decenas de minutos. El tornado se manifiesta como un remolino con forma de embudo que se desarrolla en vertical. A menudo, se extingue antes de alcanzar el suelo, pero otras veces se muestran tan violentos que arrastran árboles y casas, hombres y animales, muertos y heridos. Los numerosos tornados que asolan esta parte de Estados Unidos se generan por desplazamientos de vientos de componente oeste. Durante el invierno, estos vientos soplan en el continente americano de oeste a este, con una velocidad media de 150 metros por segundo. En verano, la velocidad se reduce hasta la mitad y los vientos avanzan en dirección norte hasta llegar a Canadá. El periodo que se extiende entre abril y junio supone la temporada alta de los tornados: los vientos atraviesan las Montañas Rocosas y cargan con el aire frío y seco del norte. El fenómeno se desarrolla precisamente por el contacto de esta corriente fría y seca con la cálida y húmeda de las Grandes Llanuras. La principal fuerza generadora de los tornados son los megacumulo-

continúa en pág. 91

En Estados Unidos se desatan cada año casi 1.000 tornados



LOS DOS TIPOS DE TORNADOS
En el tipo 'de corriente ascendente', ésta sube desde el centro del tornado, arrastrando arena y fragmentos de la tierra tras hacer converger a los grandes cumulonimbos. En el otro tipo, la corriente desciende hacia el interior del tornado, alcanza el suelo y se difunde en ráfagas que chocan con la que converge sobre los grandes cumulonimbos; alrededor se desarrolla una zona de corriente ascendente con forma de remolino. Bajo estas líneas, efectos de un tornado.

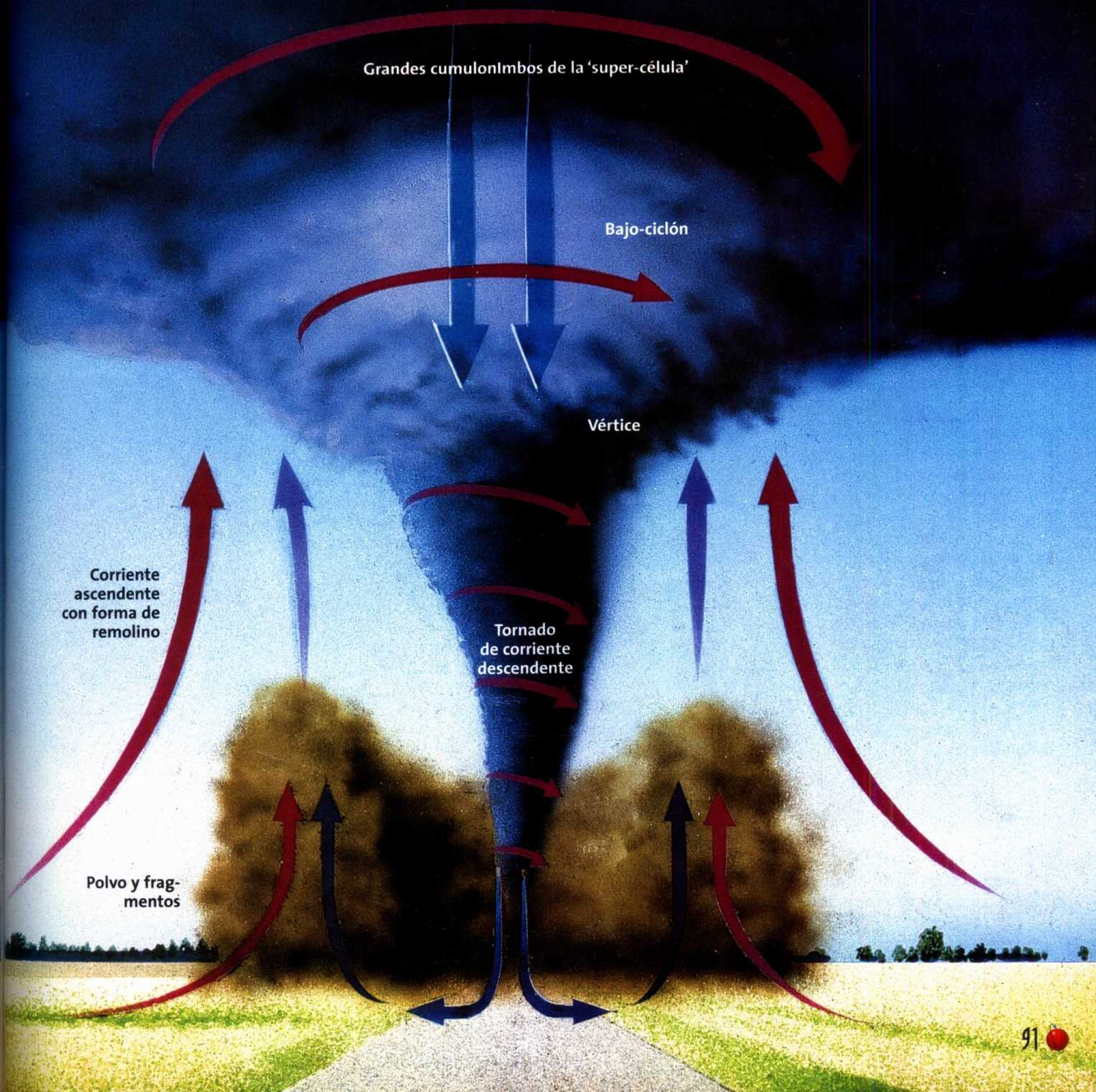


nimbos que se extienden por decenas de kilómetros y se forman a una altura que puede llegar a los 16.000 metros.
Si se calienta agua en un cazo, ésta sale caliente, sube y genera una corriente de convección. O sea, un movimiento que la impulsa hacia arriba. En cambio, si se trata de agua fría, el líquido desciende. Cuando el Sol se levanta y empieza a calentar la superficie terrestre, las nubes blancas que se alzan en el cielo experimentan un fenómeno similar. Estas nubes se reagrupan en bancos y se transforman en masas dominantes, precisamente lo que se conoce como los cumulonimbos.

El comportamiento de los tornados es imprevisible

Otro factor importante es el llamado 'calor latente', es decir, el calor que se desprende cuando el vapor se transforma en agua. Por ejemplo, un gramo de vapor a 25° C., al transformarse en agua de la misma temperatura, desprende calorías, es decir, calor latente. El vapor que sube del agua hirviendo se transforma después en un «humo' blanco; si acercamos la mano, nos quemaremos porque se trata del calor

continúa en pág. 92 →



latente que se desprende cuando el vapor se transforma en ese 'humo' blanco. En el interior de los cumulonimbos, el calor latente aumenta la temperatura del aire y provoca una corriente ascendente.
La corriente cálida y húmeda que procede del Sur atravesando el Golfo de México, genera cumulonimbos a su llegada. Cuando se encuentra con la corriente fría y seca que procede del Norte, los cumulonimbos se transforman en una masa de nubes, lluvia y cristales de hielo. Al mismo tiempo, el calor latente que desprende provoca una fuerte corriente ascendente con una velocidad de varios metros por segundo. En tierra, la fuerza del viento, la lluvia y los rayos pueden provocar graves daños. Un cumulonimbo se convierte en megacumulonimbo por efecto de la rotación inducida al entrar en contacto las dos corrientes sobre el Oeste de Centroamérica. En el hemisferio Sur, tiende a girar en el sentido de las agujas del reloj y al revés, en el Norte. Cuando sobrevuelan las Grandes Llanuras en dirección nordeste, la rotación de estas corrientes unidas es prácticamente igual o inferior a la de la Tierra. El megacumulonimbo vuelve a absorber el aire que gira a su alrededor por efecto de un fenómeno definido como 'conservación del momento angular', que genera una suerte de convergencia, en virtud de la cual la rotación se hace más rápida.

El vértice del tornado se desplaza de forma similar a un patinador

Kilómetros de aire girando

Pensemos por un momento en el patinaje artístico. Para curvarse lentamente, los patinadores mantienen los brazos abiertos. En cambio, cuando tratan de girar a gran velocidad, los pegan al cuerpo. Lo mismo ocurre con las corrientes, cuya velocidad aumenta en función de esta convergencia. El aire que gira sobre una superficie, que puede extenderse entre decenas y centenares de kilómetros, gira rápidamente cuando lo absorbe un megacumulonimbo de varios kilómetros de diámetro. En la capa inferior del megacumulonimbo se forma una zona conocida como bajo-ciclón de la que depende la velocidad de rotación del tornado. Este tiene un diámetro de varios kilómetros, casi una décima parte del que posee el bajo-ciclón, por lo que su velocidad de rotación es mucho mayor.
En 1995, Joshua Wurnam y Jerry Straka, profesores de la Universidad de Oklahoma, en colaboración con Erik Rasmussen, del Centro de Investigación Nacional sobre Tempestades (véase el recuadro de la derecha) lograron por primera vez observar a corta distancia un tornado: cargaron un radar Doppler en una furgoneta y se lanzaron a perseguir uno. El 3 de junio, en Dimmit (Texas), se situaron a tres kilómetros del centro del tornado y obtuvieron imágenes por radar.
El principio del efecto Doppler en el que se basa el radar consiste en que cuando un objeto se aproxima aumenta su frecuencia sonora. Sobre la base de este principio, el radar Doppler mide la velocidad a la que se aleja o aproxima una corriente.

continúa en pág. 94 →

Las zonas de mayor riesgo en España

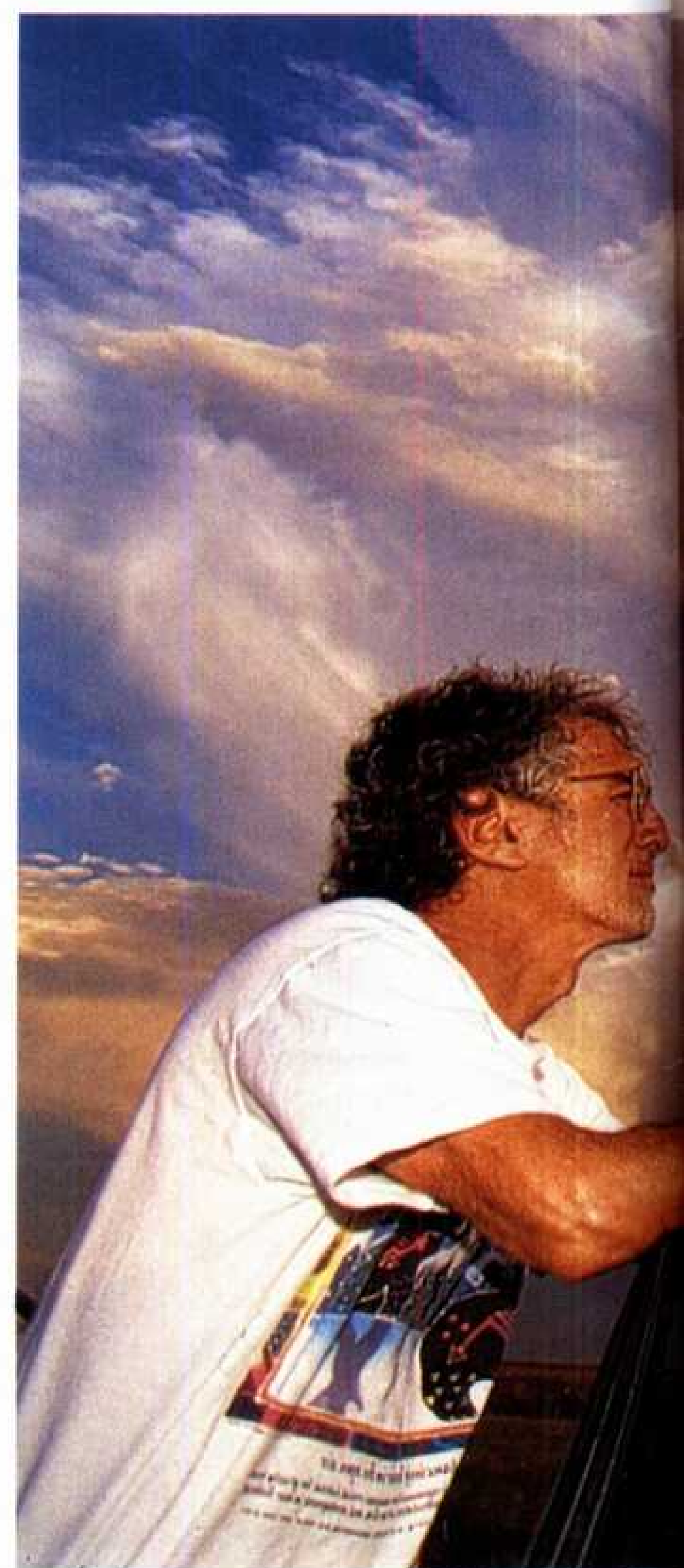
Cuando la tierra tiembla

• Los habitantes del norte, sur y centro de España saben muy bien lo que es pasar las noches en vela.
En los últimos años, la tierra ha temblado varias veces bajo sus pies, causando graves daños en sus viviendas y una sensación de miedo de la que todavía algunos no han logrado recuperarse. Según las previsiones del Ministerio de Obras Públicas, y Transportes, los terremotos pueden afectar durante los próximos años a cinco millones de españoles y provocar pérdidas de casi 85.000 millones de pesetas.
Lugo es la provincia más proclive a los seísmos, aseguran en el Instituto Geográfico Nacional. La razón estriba en que está atravesada de norte a sur por una falla que la hace vulnerable. Córdoba, Cataluña, Castilla y León, Asturias y Madrid también han sufrido sus consecuencias. Se estima que sólo un 1% de las inmuebles rurales de España está preparado para resistir un terremoto.



Estados Unidos

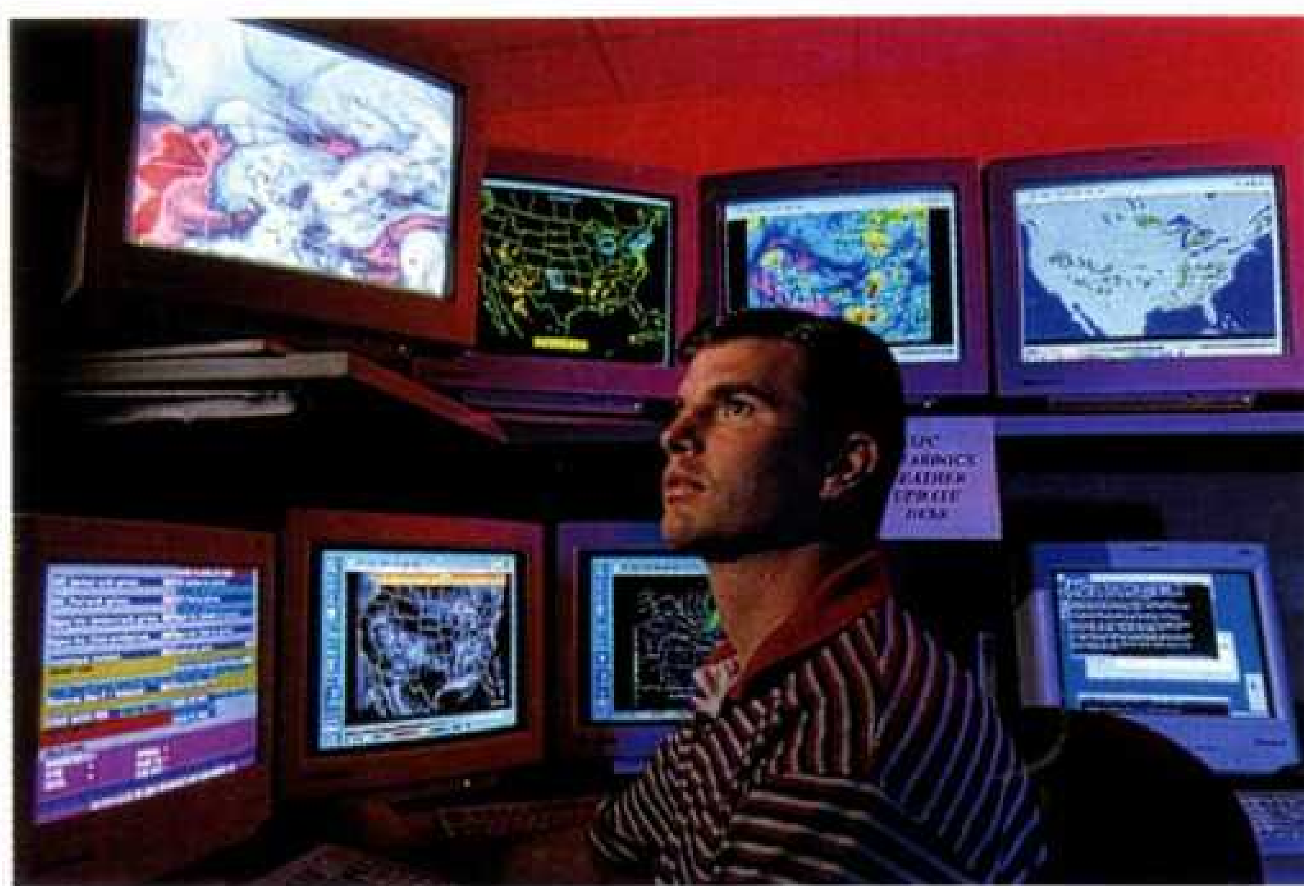
• **Un nido de muestras** meteorológicas, hasta el punto de que se ha venido en llamar el Valle de los Tornados. Nos referimos a la zona que se extiende entre Texas y Nevada, donde a los niños se les enseña a ponerse a salvo en cuanto el viento empieza a soplar fuerte. En cualquier momento, puede surgir un aspirador gigante que dejará un rastro de destrucción y muerte. En las Grandes Llanuras, se recuerdan los daños que causó el tornado de marzo de 1925, que recorrió tres estados y un total de 350 kilómetros, matando a 700 personas. En abril de 1996, en Arkansas, un tornado mató



radar, ordenador y coraje. Así trabajan los científicos 'cazadores'

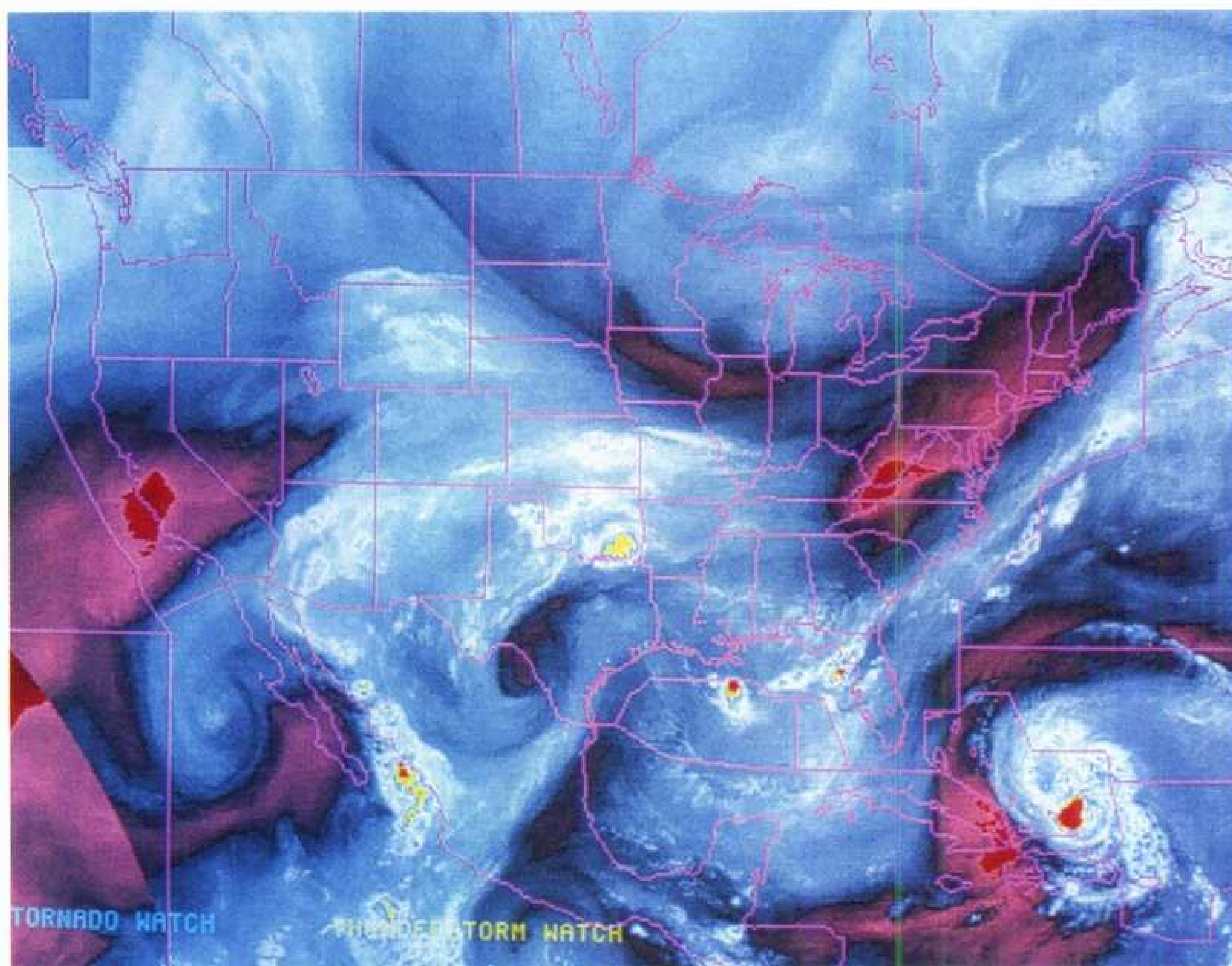
a siete personas e hirió a 30; en mayo, la localidad de Beatrice, en Nebraska, desapareció del mapa. «Nunca podremos hacer nada para evitar este tipo de fenómenos, pero se puede aprender más sobre ellos. El día en que lo logremos, podremos dar la alarma de modo más eficaz».

- **El ingeniero Joe Schaeffer** trabaja en el Centro de Previsiones Meteorológicas de Norman, Oklahoma. Junto a su equipo, se dedica a la observación de los fenómenos meteorológicos y da la alarma en caso de tornado. El Centro está equipado con docenas de ordenadores. Las imágenes de los satélites Goes 8 y 9, los datos recogidos por un centenar de radares Doppler distribuidos por varios estados y los partes de las estaciones meteorológicas entran en los programas informáticos que se encargan de detectar las zonas que corren mayor riesgo de sufrir un tornado. Desde hace años, también los hombres que trabajan en el Laboratorio Nacional de las Tempestades van a la caza de los tornados: entre 1994 y 1995, mediante el experimento Vortwex, no han dejado de rastrearlos. Howard Bluestein, profesor de meteorología en la Universidad de Norman es uno de los más famosos «cazadores de tornados» de Estados Unidos. En su opinión, la dificultad principal estriba en su volatilidad: «Cada tornado es distinto. Llevo más de 20 años observándolos y soy optimista. Un día seremos capaces de simular un tornado en el ordenador y entonces habremos dado un gran paso adelante».









EN OKLAHOMA, LOS TORNADOS IMPONEN SU LEY
Sobre estas líneas, la imagen de una de las zonas de riesgo obtenida por los monitores del Centro de Previsiones de Norman, Oklahoma (arriba y a la izquierda). En la foto superior de la derecha, Jerry Straka subido a la camioneta que transporta el radar de su invención. A la izquierda, Howard Bluestein, que desde hace 20 años sigue y estudia los tornados.

Este radar emite un reflejo en presencia de objetos fluctuantes, como gotas de agua o arena, que envía a una antena. La intensidad del reflejo varía en función del tipo y de la cantidad de los objetos. El gráfico sobre la disposición de los reflejos de distinta intensidad que obtuvo el grupo de Wurnam es muy parecido al de un huracán, aunque éste sea cien veces mayor. En el centro de un tornado, la intensidad del viento es bastante débil, al igual que ocurre en el ojo del huracán. Alrededor del centro, existe una parte formada por arena y fragmentos que un viento de fuerte intensidad se encarga de barrer y disponer en forma de remolino. En el huracán, en vez de este remolino, los megacumulonimbos rodean el centro en el que convergen la arena y los fragmentos, en espiral.
En la supercélula, los tornados son de dos tipos. Hasta que ésta no ha alcanzado la cúspide, la corriente que sube en el interior del tornado absorbe a su paso todo lo que va encontrando, como si se tratara de un aspirador. Este modelo se define como de 'corriente ascendente', y en este caso la arena y los fragmentos se acumulan cerca del extremo inferior del tornado. El aire que gira en el centro del tornado queda sometido a una fuerza centrífuga y la presión desciende.

▶ Rastreados por el radar

Superada la fase culminante, la diferencia de presión entre el centro y la parte superior del cumulonimbo se hace mayor y la corriente tiende a descender. Este modelo es conocido como de 'corriente descendente'. Cuando la corriente que desciende del centro alcanza el suelo, se extiende hacia el extremo y se produce el contacto con la corriente que converge hacia la super-célula, formando un gran remolino ascendente que llega a medir algunos cientos de metros desde el centro del tornado.
Las ráfagas de viento que despide el tornado hacen que la arena y los fragmentos que contienen vayan hacia el remolino y suban, convirtiéndose en tornados gigantescos. Mediante la medición con el radar de la zona del remolino, se ha comprobado que los tornados parecidos a los huracanes son 'de corriente descendente'.
También se ha podido determinar que cuando estos superan la velocidad de 70 metros por segundo, giran rápidamente en el sentido opuesto a las agujas del reloj. Aún quedan muchos enigmas por resolver en este mundo apasionante de los tornados. Por tanto los expertos en estos fenómenos lanzan una advertencia a los profanos en la materia: si usted se encuentra con uno de estos fenómenos naturales jamás trate de convertirse en un héroe. Los tornados no se detienen ante nada, ni nadie.

Ante la insistente demanda de muchos de nuestros lectores, que no pudieron conseguir el Nº 0 de Newton, una edición especial realizada sólo para coleccionistas, reproducimos este mes el tema 'Un infierno llamado tornado', uno de los publicados en el número de presentación. En lo sucesivo se irán publicando otros temas de esa edición especial de Newton.

Otra manifestación de la violencia de la naturaleza

Huracanes: gigantes pero predecibles

Llamado *willi willy* en Australia, ciclón en la India, o tifón en la zona del Pacífico, el huracán es una de las fuerzas más violentas de la naturaleza. Pero a diferencia del tornado o la tromba de aire, que se forman de repente impidiendo toda defensa, el huracán nace lentamente y sus desplazamientos pueden seguirse, lo que permite alertar a las poblaciones que los van a padecer. Los huracanes se forman en las zonas tropicales y subtropicales (en el océano Atlántico, entre los meses de junio y noviembre), cuando la temperatura del mar alcanza los 25-27 grados y el aire se satura de humedad.
Su formación sigue varias fases: primero se originan bajas presiones tropicales que elevan el aire caliente y húmedo que se condensa en las altas cuotas, liberando calor. Esto eleva y condensa a su vez otras masas de aire caliente en una especie de reacción en cadena.
Mientras tanto, las corrientes de aire circundantes empiezan a girar en sentido opuesto a las agujas del reloj a causa de la rotación terrestre, arrastrando a su paso las nubes de la depresión.
Cuando los vientos circulares de la depresión se estabilizan alcanzando los 100 kilómetros por hora, puede afirmarse que ha nacido un nuevo huracán.
En la zona del Caribe, los huracanes viajan generalmente de norte a oeste. Al principio, son lentos, desplazándose a un promedio de 20-25 kilómetros por hora. Poco a poco, su velocidad aumenta hasta los 90-100 kilómetros por hora, mientras que los vientos pueden alcanzar los 250-300. Sin embargo, estos fuertes vientos no son la causa principal del rastro de destrucción que dejan, sino las intensas lluvias e inundaciones que los acompañan. Un huracán puede dejar caer en pocas horas 320 litros de agua por metro cuadrado y provocar mareas que aumentan el nivel del mar hasta tres y cuatro metros.



Historia del Arte. Un viaje interactivo a lo largo de 6.000 años por el mundo del arte. A través de más de un millar de obras, la enciclopedia repasa el genio creador de la Humanidad (Salvat Multimedia).

Sección coordinada por Josep Maria Escofet



Las gestas de Alejandro Magno

Fue el más grande de su tiempo y tuvo un mundo a sus pies. Con una ambición ilimitada y un genio estratégico arrollador, Alejandro Magno creó un imperio y protagonizó gestas sin igual. Ahora, podemos revivir su leyenda con *Las Grandes Batallas de Alejandro Magno*, un juego de estrategia cuyo objetivo es la conquista del mundo antiguo. El programa permite controlar los legendarios ejércitos macedonios. Las dotes estratégicas serán fundamentales para superar la ofensiva de los ejércitos de la Antigua Grecia y revivir los éxitos que convirtieron a Alejandro Magno en emperador. Aunque quien lo prefiera también podrá reescribir la Historia manejando a los ejércitos rivales. Todo ello en un entorno gráfico que recrea las armas, las unidades militares y las tácticas de la época.

Las grandes batallas de Alejandro Magno
Friendware
7.495 pesetas

Los logros de grandes inventores

Algunos inventos que han cambiado el mundo guardan tras de sí una apasionante historia. *Los grandes inventores* revive el fascinante proceso por el que la intuición de un golpe de ingenio se transforma en algo que puede variar la Historia. El programa recrea virtualmente las investigaciones, los experimentos, las notas de trabajo y los laboratorios de seis grandes científicos. De la mano de Edison reviviremos la emoción de ver brillar la primera bombilla. Tras comprobar el funcionamiento del túnel del viento, sentiremos con los hermanos Wright el vértigo del primer vuelo tripulado.



Asistiremos junto a Watt al perfeccionamiento de su célebre máquina de vapor. Y con Daimler pondremos a punto el flamante motor de cuatro cilindros del Mercedes Simplex 1901, el primer coche moderno. Son sólo algunos inventos que cambiaron el mundo.

Los grandes inventores I y II
Amaya Interactiva
5.490 pesetas cada volumen

Navegar por los recovecos de la Historia

El apabullante caudal de nombres, fechas y datos que se oculta tras el saber histórico ha encontrado en la multimedia un buen aliado. Para las enciclopedias temáticas Lectus Vergara, las técnicas interactivas son el medio ideal para navegar por los recovecos de la Historia Universal y la Historia de España. En dos volúmenes, *Historia Universal* repasa las grandes civilizaciones, los personajes ilustres y los hechos históricos trascendentales de la Humanidad mediante imágenes, gráficos, animaciones y más de 60.000 referencias de consulta directa. También en dos partes, *Historia de España* reseña nuestro pasado a través de una cronología interactiva, una selección de biografías de los grandes personajes del país y una recopilación de documentos transcritos e ilustrados.

Historia de España I y II
Historia Universal I y II
Lodisoft
9.900 pesetas cada volumen





Vuelos de última generación

Hace tiempo que los simuladores de vuelo son algo más que un juego de niños. Su grado de realismo es tal que se han convertido en el primer examen para muchos pilotos profesionales. *Jane's F-15* pertenece a la nueva generación de simuladores, cuyo grado de realismo es asombroso. El juego nos sitúa a los mandos del F-15, uno de los aviones de combate más sofisticados del mundo y el único que jamás ha sufrido ni un solo derribo en las más de 50 misiones en que ha participado. *Jane's F-15* incorpora las últimas tecnologías de aviación y animación en tres dimensiones. El simulador permite participar en la Operación Tormenta del Desierto o en una hipotética guerra sobre las montañas de Irán y crear nuevos retos aéreos gracias a un diseñador de misiones personalizado.

Jane's F-15
Electronic Arts
7.990 pesetas



Idiomas por ordenador

Los cursos de idiomas por ordenador son muy numerosos. *Talk to Me Inglés Curso Completo* es de los mejores; tiene tres niveles de aprendizaje y se basa en un sistema de reconocimiento de voz que permite el diálogo oral entre el usuario y el ordenador.

Talk to Me Inglés
Lodisoft
9.990 pesetas

Los terroristas de la mente



El lugar de trabajo puede convertirse en un infierno si en su camino se cruza un terrorista psicológico. Su móvil suele ser la ambición y sus 'torturas' pueden conducirle hasta el suicidio. Mire bien a su alrededor

POR FRANCESCA CAPELLI Y GEMA SÁNCHEZ NAVAS

No puede marcharse de la oficina hasta que su jefe haya salido, aunque su presencia ya no sea necesaria? ¿Sus compañeros le han aislado para evitar que progrese? ¿Tenía funciones de responsabilidad y ahora no para de hacer fotocopias? Éstas son algunas de las múltiples formas de terrorismo psicológico que se dan en el trabajo, y que se agrupan bajo el término *mobbing*. Aunque nunca haya pronunciado esta palabra, es probable que haya padecido sus consecuencias, pues se estima que en España el 60% de los trabajadores lo ha sufrido alguna vez.

En Alemania, donde los estudios sobre este fenómeno están muy avanzados, grandes empresas como Volkswagen, Siemens y Bayer han calculado que las pérdidas a causa del *mobbing* alcanzan casi los 3.500 millones de pesetas anuales. El último contrato de la Volkswagen incluye una cláusula contra el terrorismo psicológico en el trabajo.

Este término deriva del verbo inglés *to mob*, que significa asaltar, acosar, un concepto utilizado por el etólogo Konrad Lorenz para describir el ataque de un grupo de animales contra otro de su misma especie. Hace unos pocos años, los psicólogos se dieron cuenta de que el *mobbing* podía darse también entre seres humanos. En primer lugar, en el trabajo. Pero también en clase, en los grupos juveniles e incluso en las organizaciones de voluntariado. Los *mobber* o agresores aíslan a su víctima del resto del grupo, la cercan, difunden

continúa en pág. 98 →



El SÍNDROME DEL CHIVO EXPIATORIO
El *mobbing* no afecta sólo a las personas tímidas, inseguras o serviles, sino a quien se considera *peligroso* o *diferente*. La persona es acorralada, privada de la solidaridad de los demás y culpada de todos los problemas del grupo.

chismes sobre su vida privada y le culpan de todo hasta llevarla al borde de la desesperación.

La víctima no necesariamente tiene las características del chivo expiatorio: tímido, sumiso, miedoso, inseguro. A menudo, se trata de personas brillantes, consideradas como peligrosas por el resto del grupo. O, simplemente distintas, portadoras de un elemento de ruptura. «Para evitar que alguien destaque, se sigue la tradición católica y se le sacrifica. Está claro que se ha perdido el amor por las cosas bien hechas», apunta José María Prieto, profesor titular de Psicología del Trabajo en la Universidad Complutense de Madrid.



UN BLANCO VENCIDO. Acorralado por los compañeros, la víctima siente que sobre ella recaen todas las actuaciones negativas de la empresa. Un síndrome que puede ser peligroso para el equilibrio psicológico.

Poca importancia tienen las características objetivas de la personalidad de quien es objeto de violencia psicológica. Los agresores (*mobber*) no cogen manía necesariamente a los serviciales, indisciplinados o a los antipáticos. Al contrario, lo que desencadena la agresividad es la envidia por los éxitos y los méritos de los demás, el miedo a perder determinados privilegios, la ambición desenfrenada, que empuja a eliminar drásticamente todo posible obstáculo. A veces, las formas que adoptan son más sutiles y el juego se desarrolla sin que ni siquiera los protagonistas sean conscientes del todo.

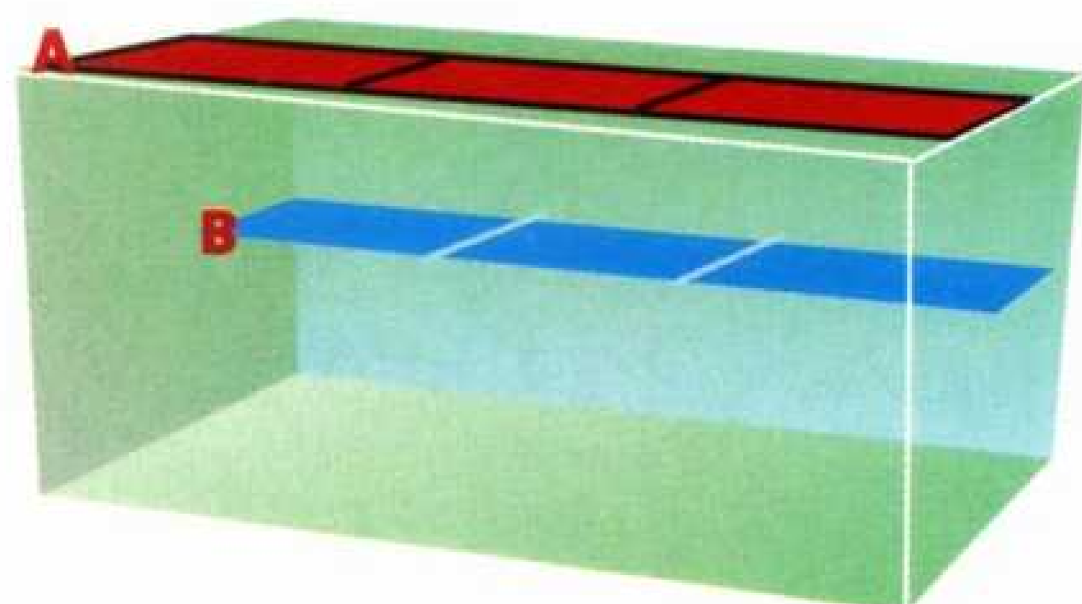
Una persona también puede ser atacada porque se diferencia de los demás componentes del grupo. Vestir informalmente en un ambiente donde prevalece el estilo clásico; comportarse de forma demasiado directa y espontánea cuando las relaciones son generalmente formales; leer un periódico con una fuerte connotación política; o simplemente venir de otra ciudad.

En otros casos, el *mobbing* está provocado por un episodio banal que se les va de las manos a los propios protagonistas. Un pequeño equívoco que debería terminar ahí y que, sin embargo, inicia una reacción en cadena de conflictos, tensiones y reproches.

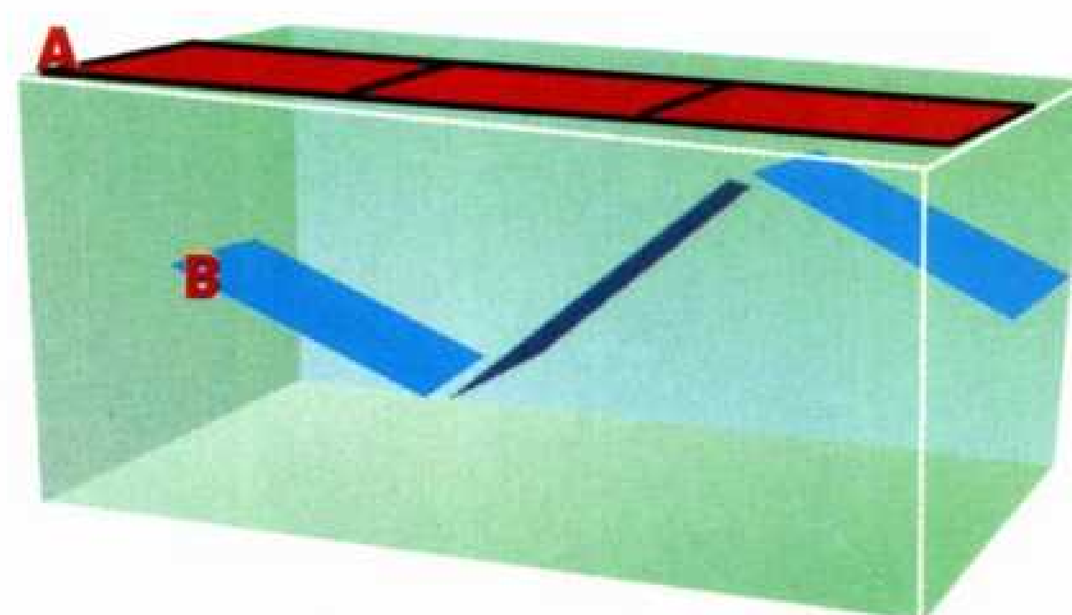
Los expertos han catalogado distintas categorías de comportamientos definidos *acosantes* (ver cuadro de la pág. 100). Se empieza limitando la posibilidad de comunicación: la víctima es continuamente interrumpida cuando habla, todo lo que dice se le vuelve en contra, no es recibida por

El juego entre víctima y perseguidor

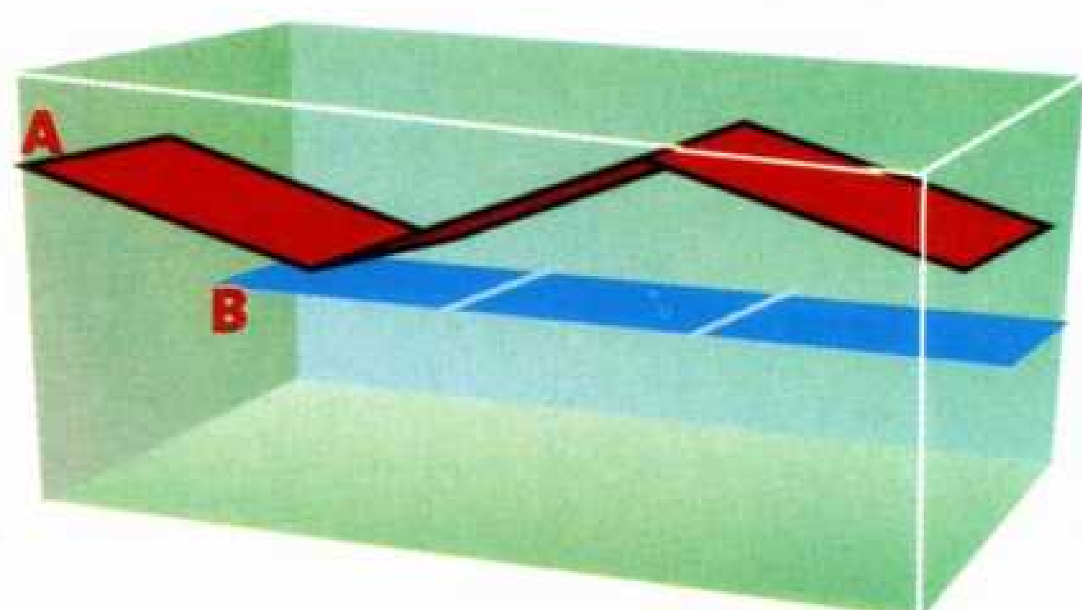
• **En el *mobbing*** no existe un único modelo de comportamiento del agresor y la víctima. Las estrategias del primero y las reacciones de este último pueden variar según los casos. En el gráfico están esquematizadas cuatro situaciones tipo. El agresor (*mobber*) está representado por la letra A; la víctima, por la B.



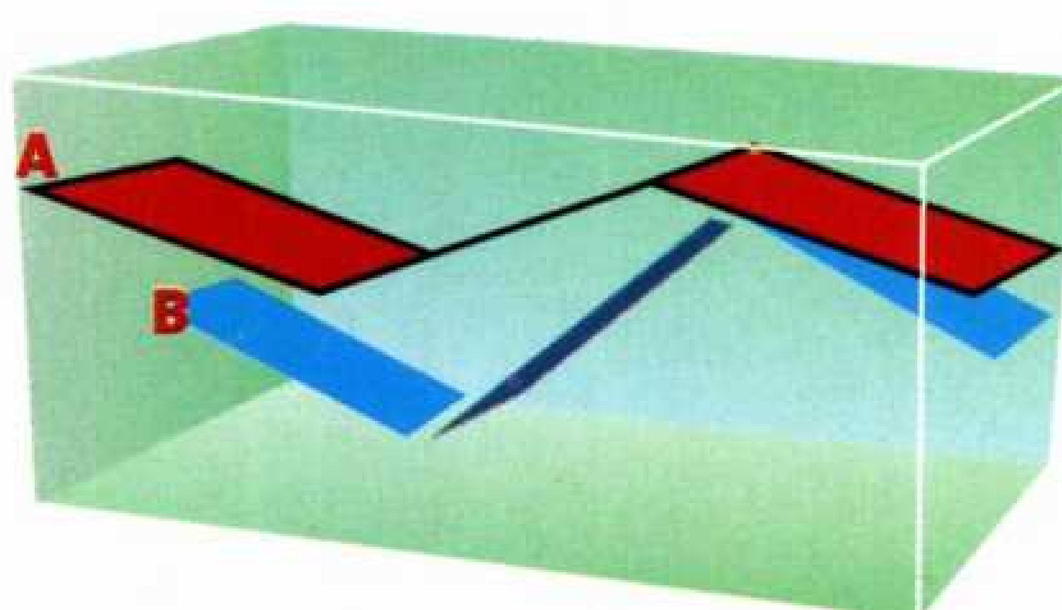
Ni la víctima ni el verdugo modifican sus estrategias porque o el agresor no tiene otras ideas de cómo agredir al adversario o bien está satisfecho de la reacción suscitada. A veces, su comportamiento puede ser involuntario y derivar simplemente de la mala educación.



El agresor repite el mismo comportamiento, pero la víctima, en el intento de hacer que desista, reacciona de forma distinta cada vez. Si la conducta del agresor permanece estable, las reacciones de la parte contraria serán cada vez más desesperadas, débiles e ineficaces.



El agresor modifica continuamente sus acciones, mientras el comportamiento de la víctima permanece constante. En este caso, es muy probable que el agresor sea consciente de su propio papel y experimente placer en inventar nuevas estrategias.



Agresor y víctima cambian constantemente de comportamiento. El primero busca una acción que abata a su blanco. Las reacciones de la víctima pueden depender de la incapacidad de controlar las emociones o bien de la voluntad de defenderse de los ataques del otro.

Habla el psicólogo

Solos e incomprendidos: el destino de las 'víctimas'

• **Un estudio estadístico** ha demostrado que en Suecia entre el 10 y el 20% de los suicidios se deben al *mobbing*. Y es que supone un ataque muy fuerte a la autoestima del individuo, pues el sentimiento de identidad personal se construye con la imagen que recibimos de los demás y, si ésta es siempre negativa, incluso las personas equilibradas y seguras de sí mismas acaban por derrumbarse. Si todos me atacan, quizás es que verdaderamente no valgo nada. «Sólo los que saben manejar muy bien el desapego pueden llegar a distanciarse», reconoce José María Prieto, profesor de Psicología Laboral en la Universidad Complutense de Madrid. Además, al contrario que las víctimas de una agresión física directa, quien sufre violencia psicológica no logra identificar con claridad un culpable, se encuentra solo, con su sufrimiento, mientras a su alrededor se ha creado el vacío. Los familiares y la pareja no logran comprender su malestar psicológico y lo minimizan, alimentando cada vez más el sentimiento de soledad e impotencia. Un círculo vicioso que puede llevar a comportamientos patológicos como la depresión, el abuso del alcohol o la agresividad en el ámbito familiar.

los superiores... También su reputación es puesta en tela de juicio con chismes e insinuaciones sobre su vida privada, sus presuntos comportamientos sexuales o las convicciones políticas y religiosas. Y los defectos físicos, sobre todo si las personas involucradas son jóvenes o adolescentes, se transforman en objeto de bromas pesadas y ofensivas. En el campo profesional, la persona asiste impotente a un empeoramiento en el tipo de tareas que realiza. Pasa jornadas enteras sin que le sea asignado ningún trabajo e incluso se le reprocha su pereza. Se le asignan funciones inferiores a su capacidad o bien imposibles de ser acabadas con éxito.

Pero ¡cuidado! El *mobbing* no debe confundirse con la conflictividad cotidiana que se da en todos los ambientes y que es debida a las tensiones y a la convivencia forzada en espacios restringidos. Desde un punto de vista científico, se puede hablar de *mobbing* sólo si los episodios se repiten con regularidad. Además, la agresividad debe ser dirigida siempre hacia el mismo individuo, que puede ser un colega, un compañero de clase, un subordinado o incluso un superior. En estos casos, más extraños, un grupo de personas se alían para sabotear al jefe que, a pesar de su posición más elevada en la escala jerárquica, se encuentra en una situación de debilidad e inferioridad, a merced de colaboradores que sistemáticamente boicotean sus órdenes y ponen en tela de juicio sus decisiones.

▶ Daños para la salud

Las consecuencias para el que sufre *mobbing* pueden ser bastante graves. Y es que la violencia psicológica, además de incidir en la marcha del trabajo, arruina también la salud. Las continuas vejaciones, la tensión y el sentimiento de aislamiento provocan una serie de síntomas psicosomáticos. Dolor de cabeza y mareos, insomnio y otras alteraciones del sueño, pérdidas de memoria y de concentración, gastritis, estreñimiento, taquicardia...

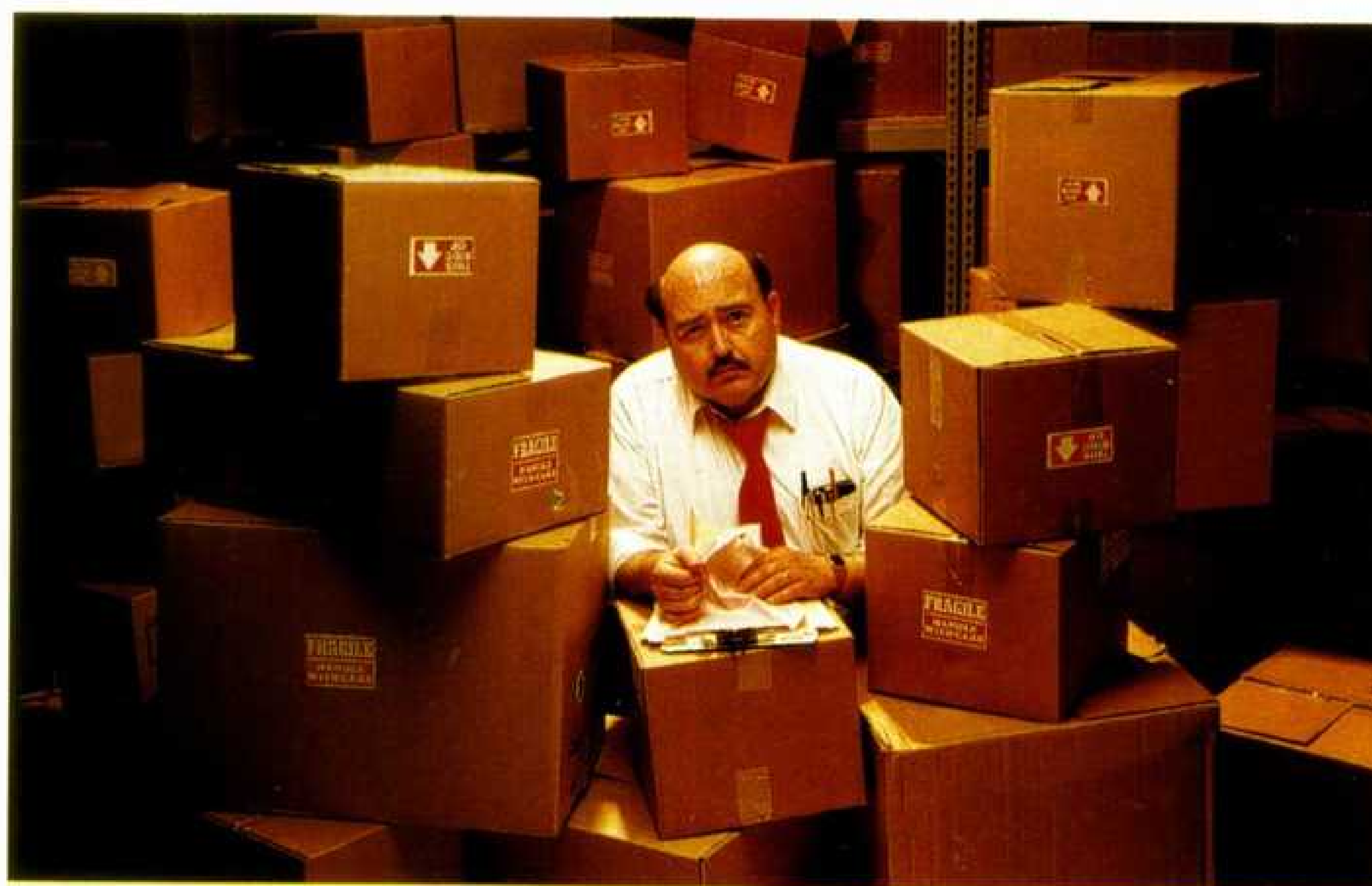
Desde un punto de vista médico, las reacciones del cuerpo al estrés se pueden analizar midiendo el aumento de los niveles de adrenalina en sangre (una hormona producida por las glándulas suprarrenales que predisponen al organismo a una reacción de huida o de lucha). En los casos más graves, se puede llegar a la depresión y al suicidio, o a manifestaciones de agresividad incontrolada, como lo que pasó hace algunos meses en la localidad italiana de Carpi, donde un empleado, desesperado por años de humillación y prepotencia, disparó a su jefe matándolo.

continúa en pág. 100 →



NO HAGÁIS ESO CHICOS. También entre los jóvenes se pueden dar comportamientos relacionados con el 'mobbing'. Estas torturas psicológicas, no se deben confundir con las novatadas, cuyas víctimas sufren a menudo violencia física.

«El aspecto más peligroso del *mobbing* radica en el hecho de que se inicia de forma soterrada. La víctima lo minimiza, pensando que se trata de episodios esporádicos. O incluso, ensimismada en su trabajo, ni se da cuenta de ello», dice Lucía Cerri, socióloga laboral. El agresor logra reunir a su alrededor a un grupo de personas, que los expertos llaman *co-mobber* (coagresores), convenciéndolas de la peligrosidad de la víctima y de la necesidad de neutralizarlo o incluso obligarle a marcharse. Los *espectadores*, es decir aquellos que no participan en el juego, no intervienen temiendo transformarse a su vez en víctimas. Esta situación se suele dar en ambientes en los que, en lugar de la sana competitividad, prevalece una cultura de control y de prevaricación, donde apropiarse del poder parece ser una cuestión de vida o muerte. Sin embargo, el *mobbing* no es lo que los psicólogos definen *un juego con resultado cero*, en el que el fracaso de uno permite la victoria del otro. Al contrario, aquí pierden todos. La víctima, en primer lugar, pero también la empresa, ya que el clima de tensión lleva a una caída generalizada en el rendimiento. El afectado falta mucho al trabajo por enfermedad y se ve inmerso con más facilidad en accidentes laborales.



UNA OFICINA TODA PARA TI. Uno de los signos más clásicos del 'mobbing' en la empresa es el aislamiento físico de quien lo sufre. Los compañeros lo ignoran y no le dirigen la palabra si no es estrictamente necesario.

En Suecia, este fenómeno se considera una enfermedad profesional a todos los efectos y de hecho existe una clínica especializada en la rehabilitación psicofísica de las víctimas, que pueden también denunciar penalmente a los agresores.

En Italia, se ha creado la asociación Prima para promover las investigaciones en este campo, ayudar a las víctimas e intervenir en las empresas que les consultan.

En España, aún no existen instrumentos específicos de defensa, por lo que los expertos recomiendan reconocer y afrontar el problema en las fases iniciales, cuando se está a tiempo de poder intentar bloquear la espiral de boicoteo y extorsiones. La mayoría de las veces, sin embargo, estos intentos resultan inútiles, pues por un mecanismo psicológico de autodefensa, el agresor se convence de su falta de culpa y atribuye la responsabilidad de la situación a su víctima. Cuando se llega a este nivel, es necesaria la intervención de un experto capaz de poner frente a frente a las partes, para hacer salir los motivos del conflicto y restablecer aquellos canales de comunicación que se hayan interrumpido.

José María Prieto añade otra solución: «La mediocridad, pues lamentablemente es el mejor camino para que nadie se meta con uno».

Estrategias de asedio

Todos los signos que deben poner sobre aviso

- **Los investigadores alemanes** Carmen Knorz y Dieter Zapf, autores de una investigación experimental sobre *mobbing*, han recopilado una relación de 39 acciones utilizadas para provocar terror psicológico en el puesto de trabajo. Éstas son las más habituales:
- Se prohíbe a la víctima charlar con los compañeros.
- No se le da respuesta a sus preguntas verbales o escritas.
- Se instiga a los compañeros en su contra.
- Se la excluye de las fiestas organizadas por la empresa y de otras actividades sociales.
- Los compañeros evitan trabajar junto a ella.
- Se le habla de modo hostil y grosero.
- Se la provoca con el fin de inducirle a reaccionar de forma descontrolada.
- Se hacen continuamente comentarios maliciosos respecto a ella.
- Los subordinados no obedecen sus órdenes.
- Es denigrada ante los jefes.
- Sus propuestas son rechazadas por principio.



- Se la ridiculiza por su aspecto físico.
- Se le quita toda posibilidad de actividad e influencia.
- Se le asignan siempre los trabajos más desagradables.
- Se le hace trabajar paralelamente con una persona que será su sucesor en la empresa.
- Se la considera responsable de los errores cometidos por los demás.
- Se le dan informaciones erróneas.
- Se le niega la posibilidad de realizar cursos de reciclaje y formación.
- Se le asignan tareas para las que debe depender siempre de alguien.
- Es controlada y vigilada de forma casi militar.
- Se cambia su mesa de sitio sin previo aviso.
- Su trabajo es manipulado para dañarla (por ejemplo, borrando un archivo de su ordenador).
- Se abre su correspondencia.
- Si pide días por enfermedad, encuentra 1.000 dificultades o recibe amenazas.

INTERNET

- **@ http://www.leymann.se/English/11110E.HTM**
- **@ http://www.apa.org/psa/julaug96/sb.html**
- **@ http://vpod.ethz.ch/VPOD/f/mobbf.htm**
- **@ http://apcpc1.epfl.ch/mobbing.htm**

Nuevos libros

LO ÚLTIMO DE CIENCIA Y TÉCNICA QUE LLEGA A LAS LIBRERÍAS

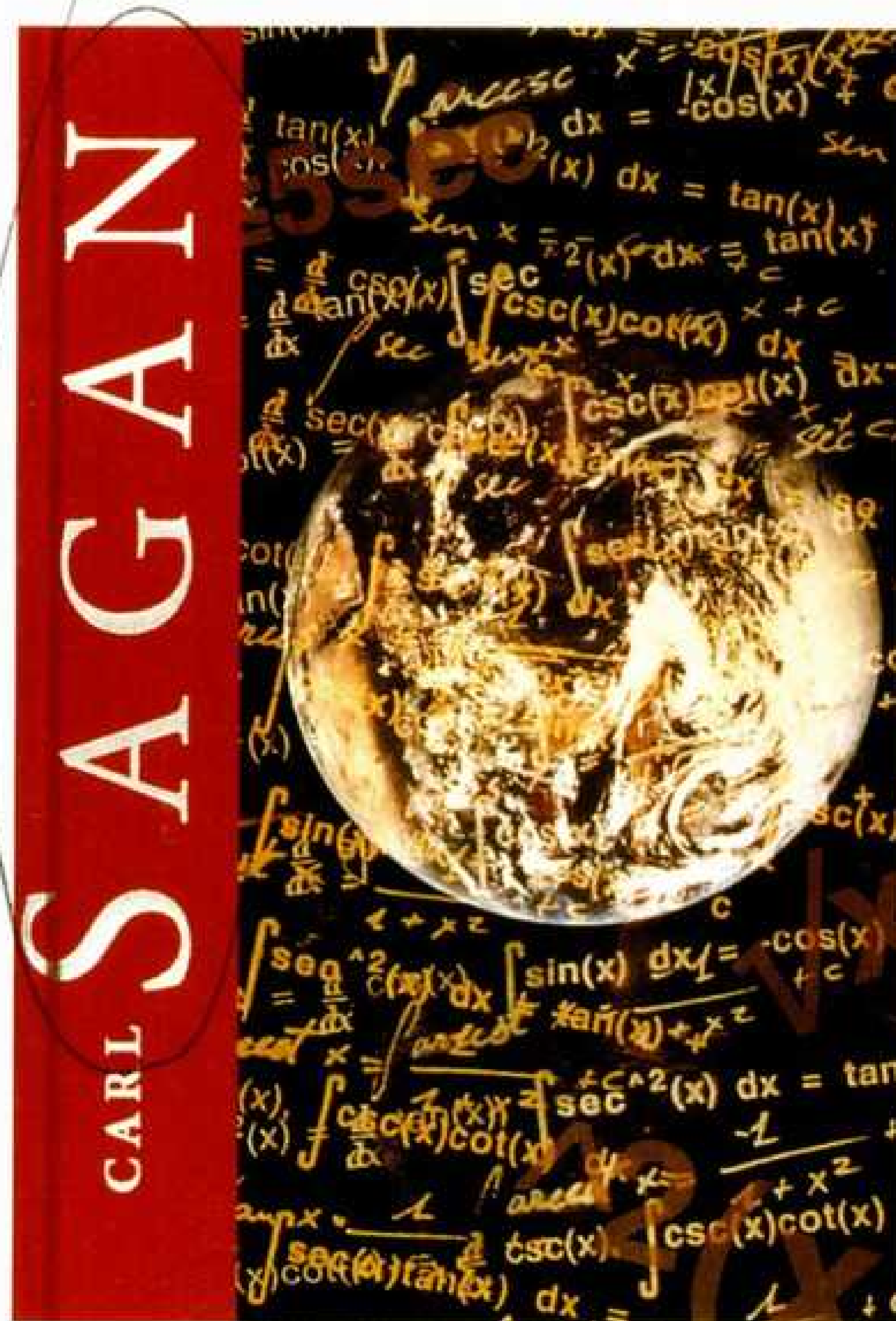
INGENIOSA TEORÍA DEL ESPACIO Y DEL TIEMPO. Las *razones* que regulan la forma geométrica del Espacio y del Tiempo y la misteriosa constante universal de gravitación de Newton. (Ed. La casa de la Ecología).

Los misterios de la vida, a las puertas del tercer milenio

Combinar la ciencia y la divulgación de manera brillante y amena es bastante difícil y nadie lo ha conseguido como Carl Sagan, el hombre que, a través de la televisión, entraba cada semana en los hogares de millones de ciudadanos de todo el mundo y, de forma sencilla, desvelaba cómo funciona la compleja maquinaria del universo, qué fue de nuestros antepasados primitivos o qué le ocurriría a un cuerpo si viajase a la velocidad de la luz. Era fascinante oirle comentar que existe vida en otros mundos o que, algún día desde más allá de las fronteras de nuestro planeta, el hombre empezará a escribir nuevas páginas de su historia. Y lo mismo hace ahora en esta obra póstuma, en la que reflexiona sobre el deterioro del medio ambiente, el aborto o los paralelismos entre la Tierra y Marte.

Carl Sagan
Miles de millones
Grupo Z Ediciones
2.900 pesetas

OK!



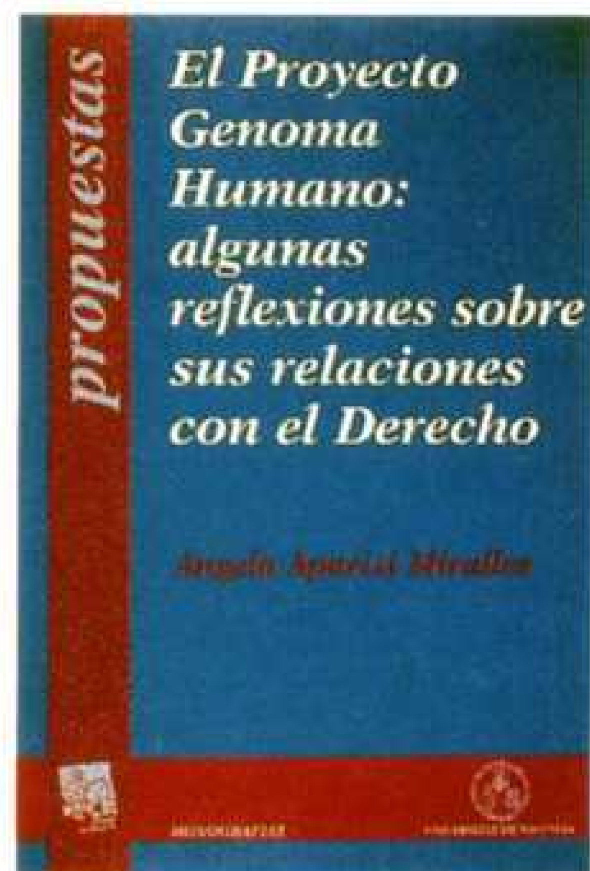
Inventos que cambiaron nuestra vida

James Burke, creador y presentador de la serie documental *Connections 2* que emite la cadena británica The Learning, es un experimentado periodista científico



que, como tal, ha investigado durante años las sorpresas, los cambios y giros que ha dado la ciencia a lo largo de los siglos. De este estudio, realizado con el entusiasmo y la técnica de un veterano detective, Burke extrae curiosos datos del camino recorrido por la ciencia y la tecnología, y describe cómo se han producido algunas de las innovaciones más espectaculares de la historia.

James Burke
El efecto carambola
Planeta
3.100 pesetas



Genes y paro

En este libro se aborda, entre otros temas, las consecuencias que tendrá para los trabajadores el descifrado de todos los genes humanos. Así será posible conocer el riesgo de contraer una enfermedad que corre una persona, lo que le podrá cerrar el paso a un puesto laboral o a un seguro.

Angela Aparisi
Proyecto Genoma Humano: algunas reflexiones...
Universitat de Valencia

Los métodos para combatir el dolor de espalda

Algunos expertos ya lo han definido como la enfermedad de nuestra civilización. El dolor de espalda afecta a más de las tres cuartas partes de la población y supone gastos millonarios a los sistemas sanitarios de todos los países. De ahí que esta obra sobre medicina manual sea oportuna. Su autor, el doctor Hernán Silván, quien ha tratado a varias generaciones de deportistas de élite españoles, hace un exhaustivo repaso a todos los tipos de dolor de espalda y a cada una de las técnicas para su tratamiento. El lector sentirá que está en buenas manos.

Dr. Hernán Silván

Medicina manual para el dolor de espalda



Ediciones NEURALTER

Hernán Silván
Medicina manual para...
Ed. Neuralter
2.450 pesetas

Historias de un trotamundos

El autor insiste en que aún quedan en el mundo lugares excitantes y desconocidos, y se ha empeñado en llegar a ellos y encontrarlos. Habitualmente sus reportajes se publican en La Revista de El Mundo, pero esta vez se reúnen en un libro. Lo que Javier Pérez de Albéniz llama 'lugares poco recomendables' son rincones como el Cabo de Hornos, Zaire, las Islas Marquesas, el Orinoco o el Everest. Claro que en los relatos de este periodista se convierten en absolutamente aconsejables. Para algunos, al menos.

Javier Pérez de Albéniz
Lugares poco recomendables
Ediciones Desnivel
1.600 pesetas



Domadores de olas

El nacimiento de una ola adecuada para *cabalgar* sobre ella es fruto del delicado equilibrio entre corrientes marinas, inclinación de los fondos y dirección e intensidad del viento. Existen pocos lugares que reúnan todas estas condiciones por naturaleza, y los que hay están muy concurridos. Por esta razón, expertos de todo el mundo intentan localizar zonas en las que se puedan construir barreras sumergidas capaces de provocar olas perfectas para los surfistas

POR RITA LENA

Pídale a un surfista que describa su ola ideal. Si es un deportista medio, le responderá que tiene que tener al menos metro y medio de altura; si se trata de un practicante habitual de este deporte, le dirá que al menos tres o cuatro; si vive en las islas Hawai y ha convertido el surf en la razón de su vida, no querrá saber nada de olas por debajo de los ocho o 10 metros. Sin embargo, todos tendrán en común un mismo deseo: olas regulares en su forma y su frecuencia, lo que se conoce como 'secuencia de olas monocromáticas'.

En determinadas condiciones, se pueden formar olas de este tipo de forma natural, pero no siempre están al alcance de todos los surfistas, por su lejanía geográfica. Lo ideal sería tener a las puertas de casa el *spot* perfecto, es decir, un lugar adecuado para la práctica de este deporte, donde las olas sean *surfeables*, lo que se entiende por una ola de una altura adecuada, que se forma a varios cientos de metros de la costa, gracias a determinadas condiciones de oleaje, viento y marea. Pero la condición esencial es un fondo bajo, como en el caso de las barreras de corales o arrecifes artificiales.

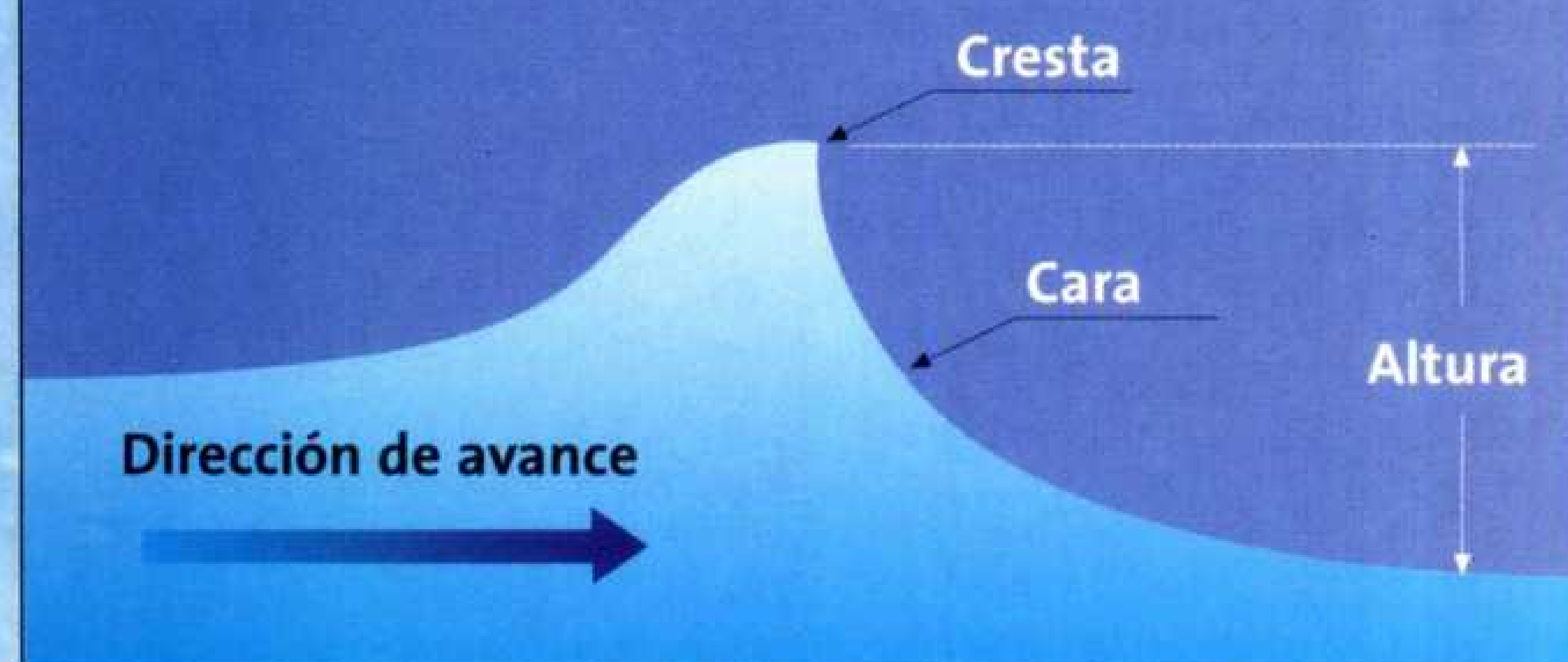
Las olas idóneas para el surf se producen en pocas playas del mundo

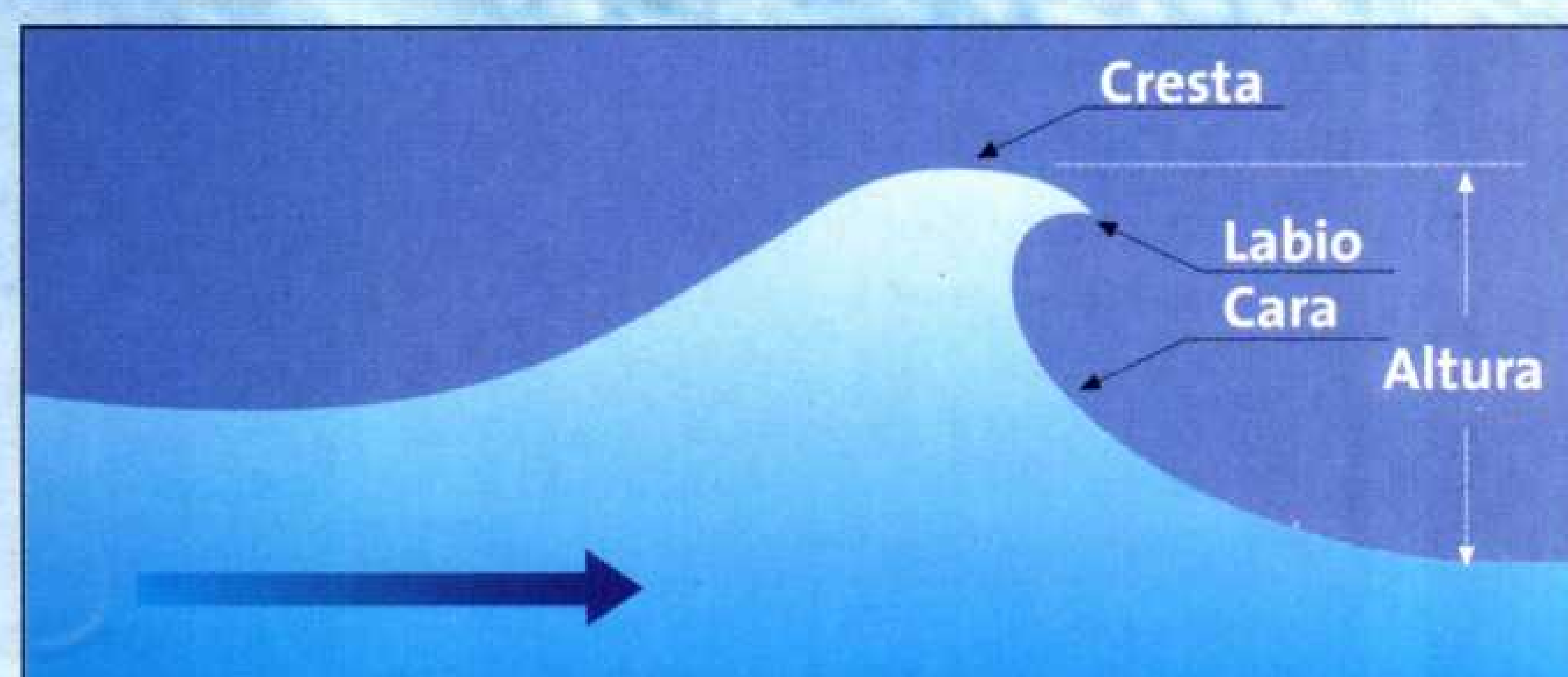
Desde hace tiempo, algunos países con kilómetros de costa están pensando en explotar las especiales condiciones climáticas, de oleaje y meteorología de su litoral para transformarlo en verdadero paraíso del surf, gracias a barreras submarinas que provoquen olas perfectas para *cabalgar* sobre ellas. Para llevar a cabo esta obra es necesario conocer la mecánica del surf y las transformaciones que sufren las olas al acercarse a la playa. El surfista espera la llegada de una ola o de un *tren de olas* (el *set*) en una zona fuera de la zona de la rompiente, denominada *line up*. Cuando ve llegar la ola, se tumba en la tabla y empieza a remar hacia ella con los brazos y aprovechando la fuerza de la gravedad intenta alcanzar una velocidad absoluta igual a la del avance de la ola. Si lo consigue, se dice que 'ha cogido la ola'. Entonces se pone de pie y empieza a *cabalgar*.

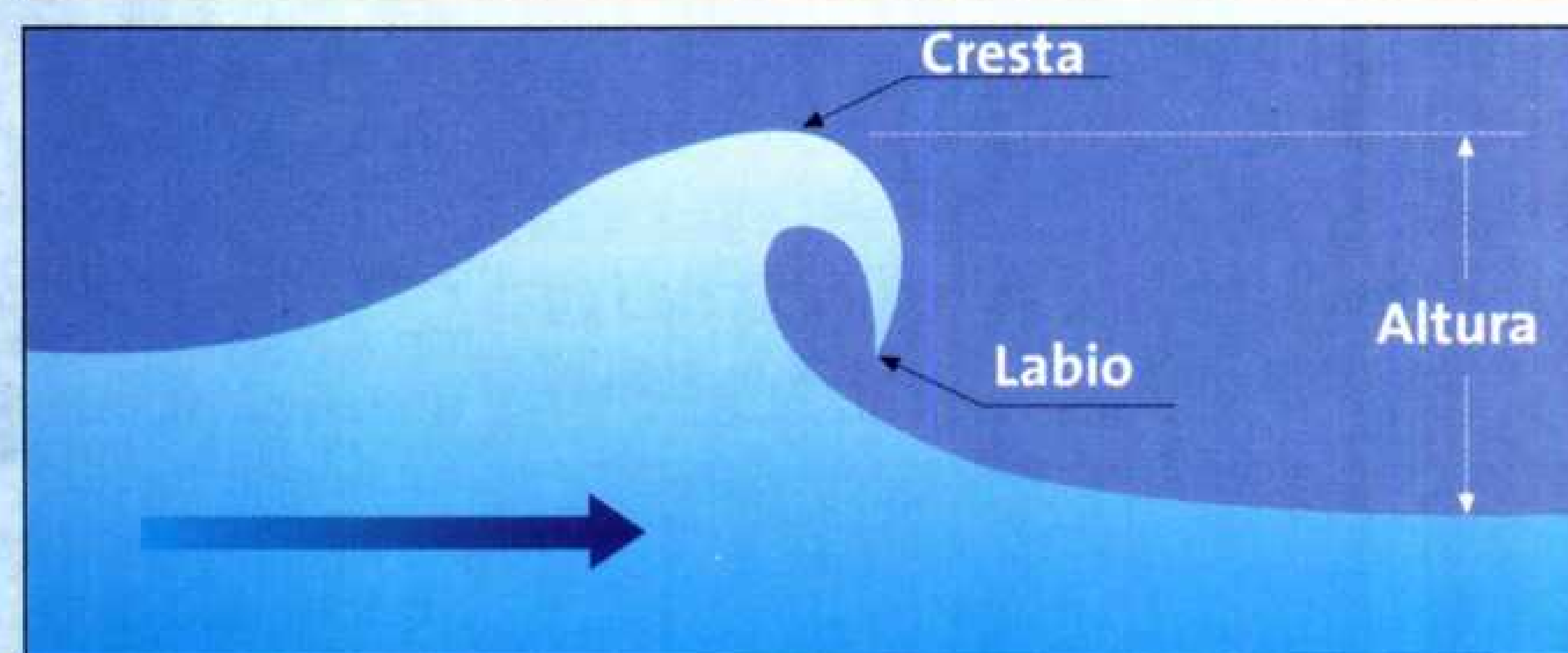
Justo después empieza la fase de deslizamiento o descenso,

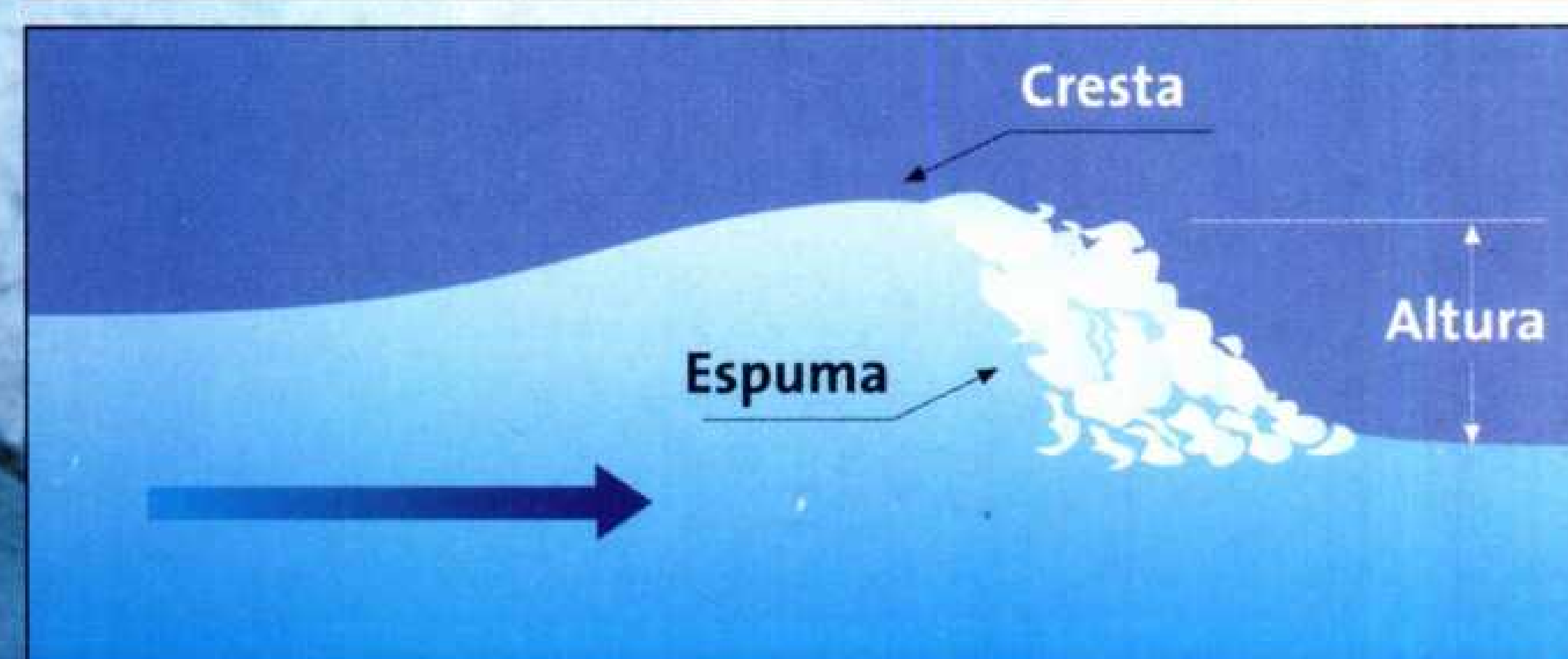
—continúa en pág. 106 →

El prototipo de ola, palabra por palabra









MANTENERSE EN LA CRESTA DE LA OLA. Esta es la dinámica de la formación de una ola. Una vez alcanzada la altura máxima (representada por la cresta), se forma un 'rizo' (el labio) que se va acentuando hasta que se rompe. El surfista *cabalga* sobre la ola descendiendo desde la cresta hacia la base, trasladando el peso del cuerpo y volviendo a dirigir la tabla hacia arriba.

por la franja de la ola que no se rompe, desde la cresta hacia la parte hueca –la base– con una velocidad absoluta mayor que la de la ola. La duración de este descenso puede durar desde un segundo (para olas de un metro de altura) a dos o tres para las de más de tres metros. Una vez en la base de la ola, el surfista traslada el peso del cuerpo y gira la tabla en dirección a la cresta, para luego descender. Esta operación, llamada *roller coast* (montaña rusa) se repite varias veces.
Si tenemos en cuenta las distintas fases de acercamiento a la ola –descenso, vuelta a subir y recuperación del material–, para proyectar un buen *spot* hay que tener en cuenta varias zonas estratégicas: la vía de entrada al mar, la zona de pico



(el punto donde se alza la ola) o de partida (*take off*), la zona de carrera, es decir, la parte que ocupan los surfistas que planean sobre las olas (*riding zone*), la de fin de carrera y la de recuperación de la tabla. Por último, no hay que olvidar la de retorno, fuera del área de las rompientes y de la carrera, que los surfistas aprovechan para volver a la de pico (como puede verse en la ilustración de la página 107).

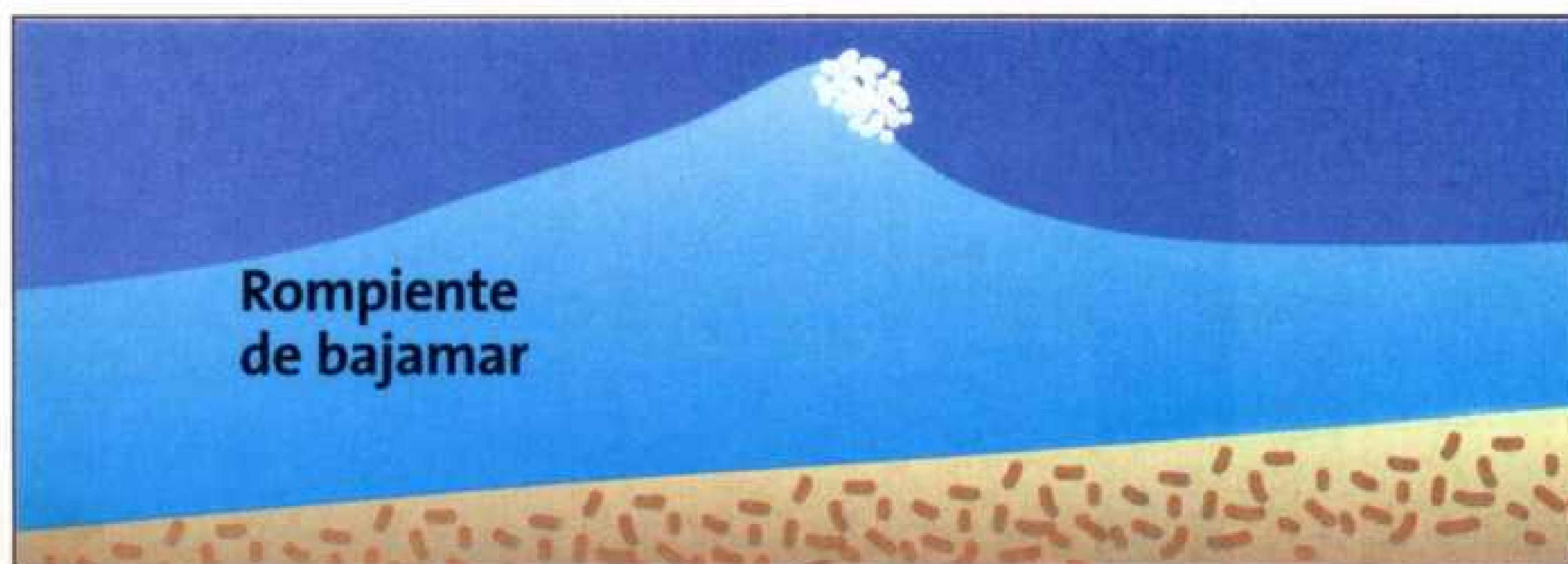
▶ Un deporte de moda

El surf está pasando por una época de gran difusión en todo el mundo, tanto que se ha incluido entre las disciplinas admitidas en las Juegos Olímpicos de Sidney en el año 2002. En España ha aumentado

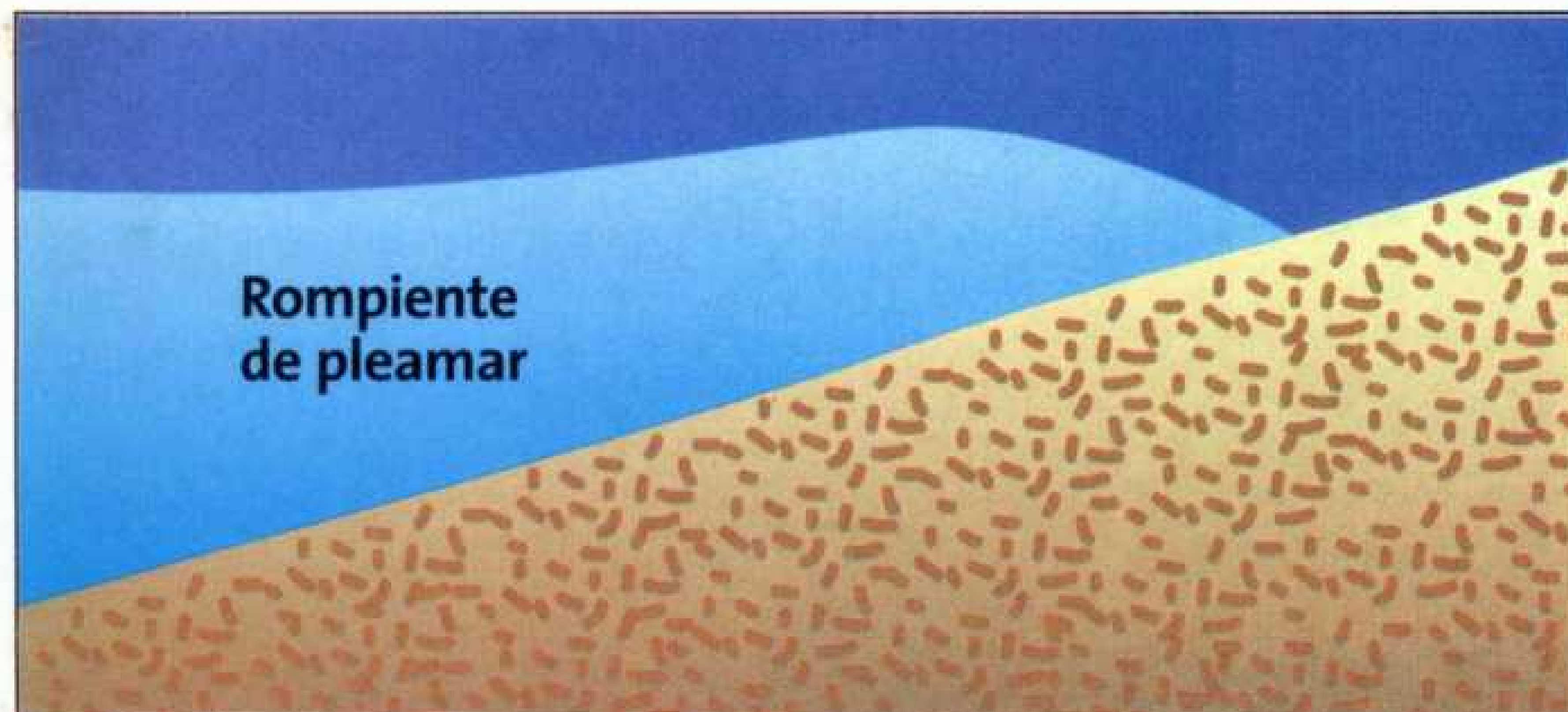
o – continúa en pág. 108 →

La profundidad ideal para cada rompiente

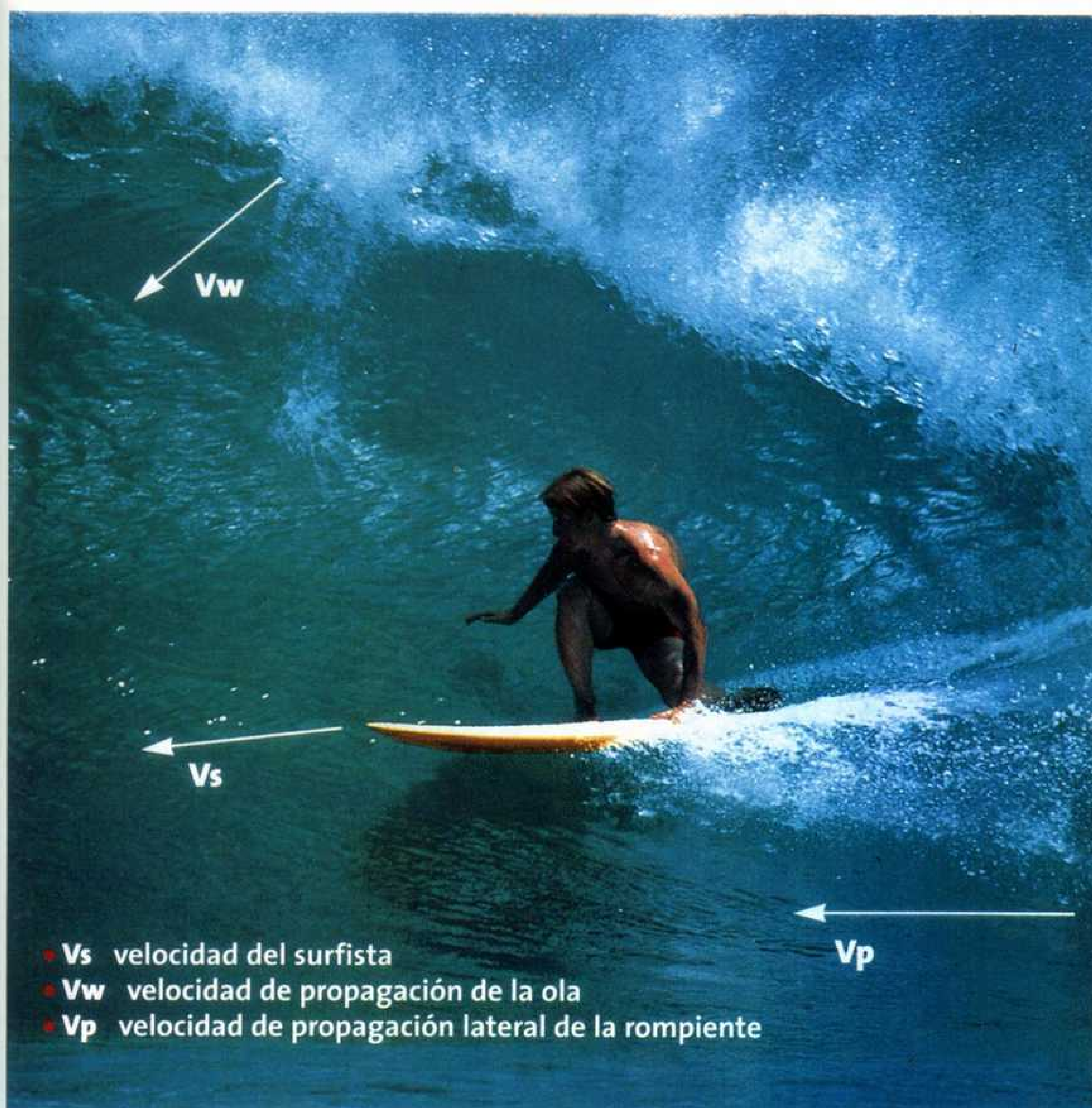
• **La rompiente** es el fenómeno que se produce cuando la velocidad de las partículas de la cresta es igual a la de propagación de la ola. A partir de la relación entre la altura de la ola que rompe, la inclinación del fondo y otros elementos, las olas pueden adoptar distintos perfiles de rompiente: 'de bajamar' (*spilling*), 'en cascada' (*plunging*), 'de colapso' (*collapsing*) o 'de pleamar' (*surging*). Una ola que se propaga por un fondo inclinado, un bajío o un banco de arena, rompe con mayor altura que una que lo hiciera en alta mar, debido al efecto *shoaling* (disminución de la longitud de la ola unida a un aumento de su altura). Según los expertos, la inclinación del fondo ideal para el surf es de 1:20 (lo que significa que para descender un metro hay que recorrer 20), que produce rompientes en cascada. En cambio, en un fondo inclinado (como en los arrecifes de coral), se formarán rompientes de colapso.







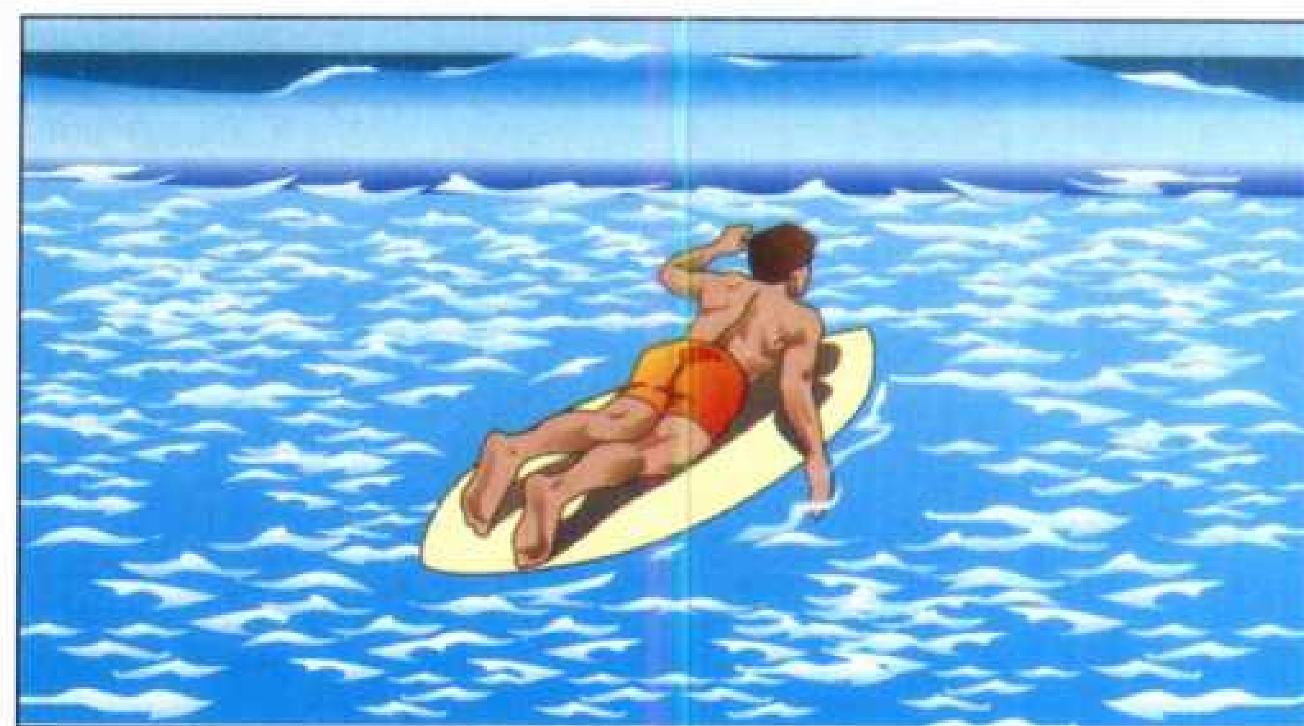




CUESTIÓN DE VELOCIDAD. La velocidad del surfista (Vs) es el resultado de la suma de su velocidad y la de la ola. Vs representa la velocidad que el surfista debería mantener (incluso mientras hace sus movimientos) para permanecer siempre en la cara de la ola. El ángulo formado por la suma de Vw y Vp y la propia Vp es con el que evolucionan las rompientes (*peel angle*).



UN JUEGO POR ZONAS. La ilustración muestra la composición de un *spot.* La zona de pico es el punto en el que la ola se levanta para romper, la de carrera es la parte por la que los surfistas planean sobre las ondas, la de fin de carrera es donde la ola ya no es 'surfeable' y la de regreso la exterior de las rompientes, que se aprovecha para volver al punto de partida. El agua blanca es la zona de la espuma de la ola.



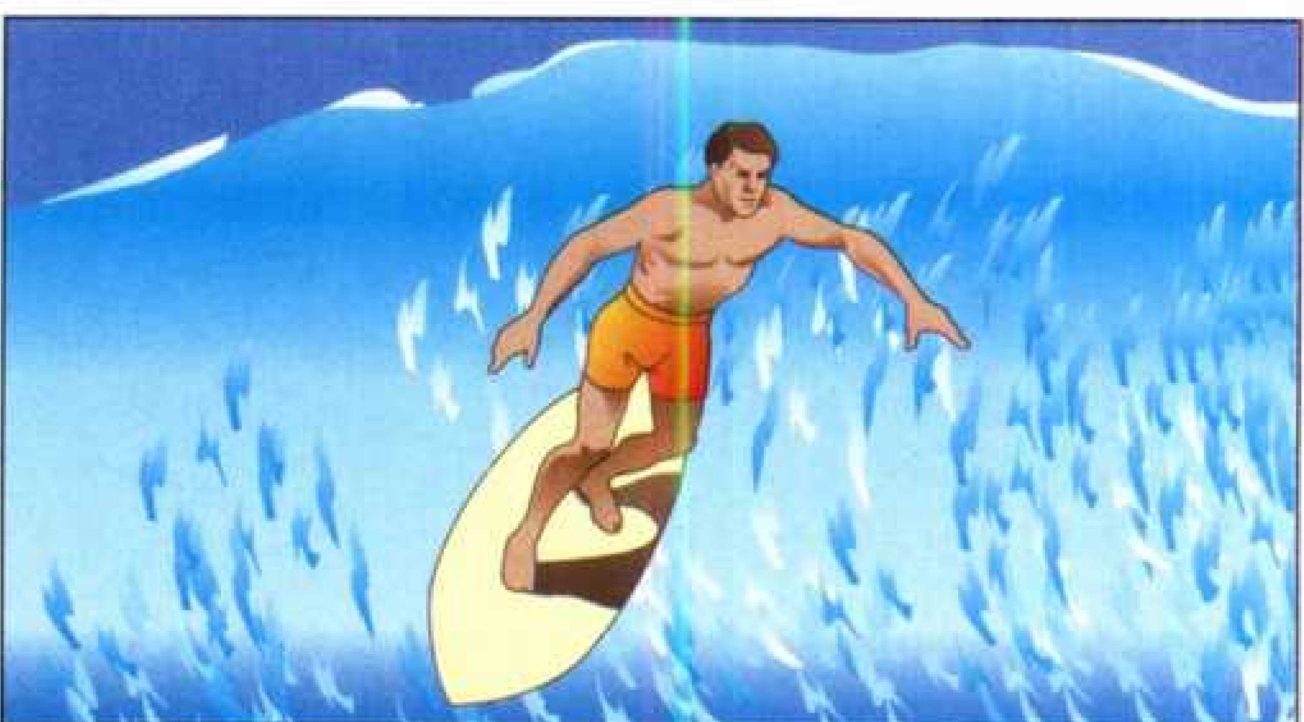
SABER ESPERAR. Cuando ve una buena ola el surfista empieza a remar para acercarse a ella.



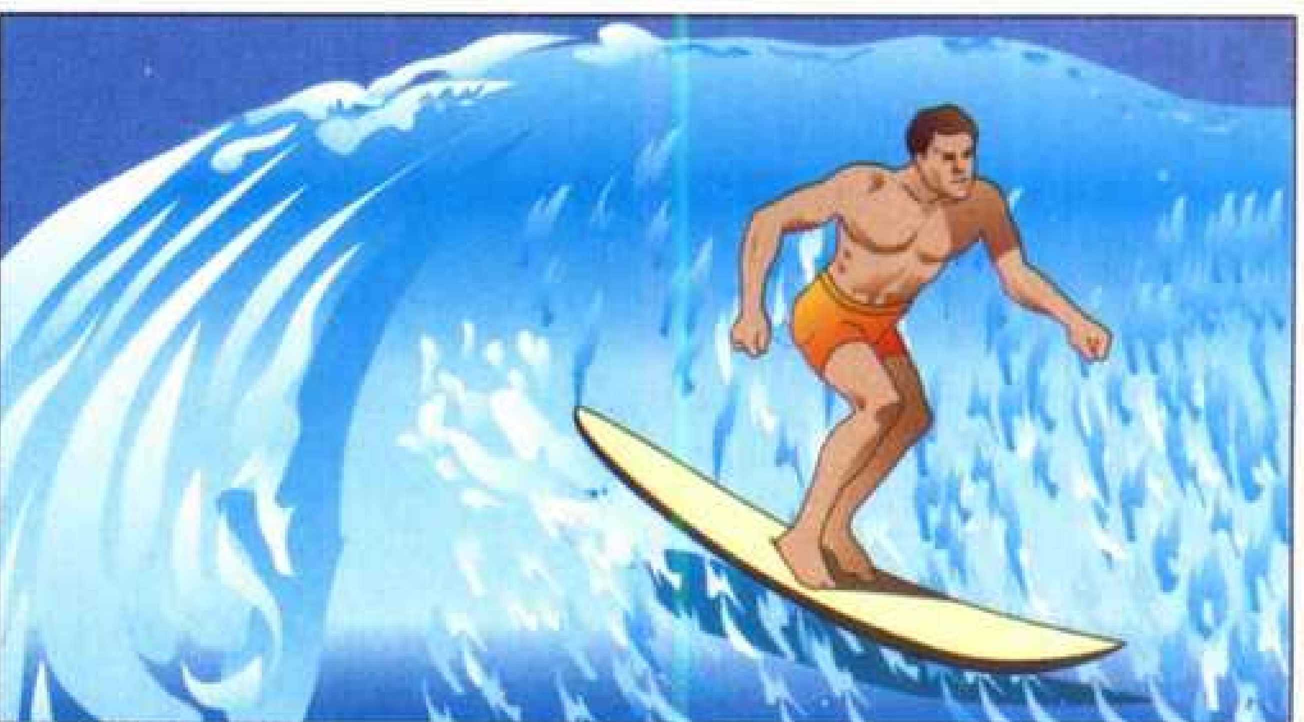
'TOMAR LA OLA'. El surfista gira la tabla en la misma dirección que la ola.



ESCALAR EL MURO DE AGUA. Se levanta sobre la tabla y empieza a *cabalgar* sobre las olas.



INICIAR EL DESCENSO. Según la altura de la ola, esta fase puede durar de uno a tres segundos.



FIN DE CARRERA. El surfista gira a la izquierda para evitar la zona ocupada por la espuma.

mucho el número de practicantes, especialmente en la cornisa cantábrica. Hay grupos de aficionados organizados que practican habitualmente en playas asturianas, santanderinas y vascas con especial mención a la playa de Zarauz en la que se han disputado diversas competiciones, aunque todavía son minoría respecto a los que prefieren el windsurf, donde las playas de Tarifa son un reclamo ineludible.

En Italia, la gran afición existente a *cabalgar* en las olas ha ido poblando tanto los lugares idóneos que actualmente es muy complicado practicar este deporte. Poblaciones como Bogliasco, en la región de Liguria, pioneras en los años 70, se han visto desbordadas al igual que Varazze, donde un bajío natural provocaba olas perfectas para el surf, quizá las mejores de los mares italianos.

Creación de bajios artificiales

Tanta es la superpoblación de surfistas en estas aguas que se está estudiando la construcción de una barrera artificial sumergida frente a la costa como alternativa a los bajíos naturales

Lorenzo Pellegrini, un joven ingeniero italiano, ha realizado el proyecto en colaboración con el ayuntamiento de Varazze como tesis de fin de carrera, la única en Italia que trata este tema. «La zona en la que se podría llevar a cabo mi pro-

Diccionario básico

SURF: Deporte consistente en 'cabalgar' sobre las olas. Se puede practicar con una tabla, canoa, barca o sin equipamiento , como en el caso del *body surf*.

SPOT: Lugar en el que se puede practicar el surf formado por distintas zonas.

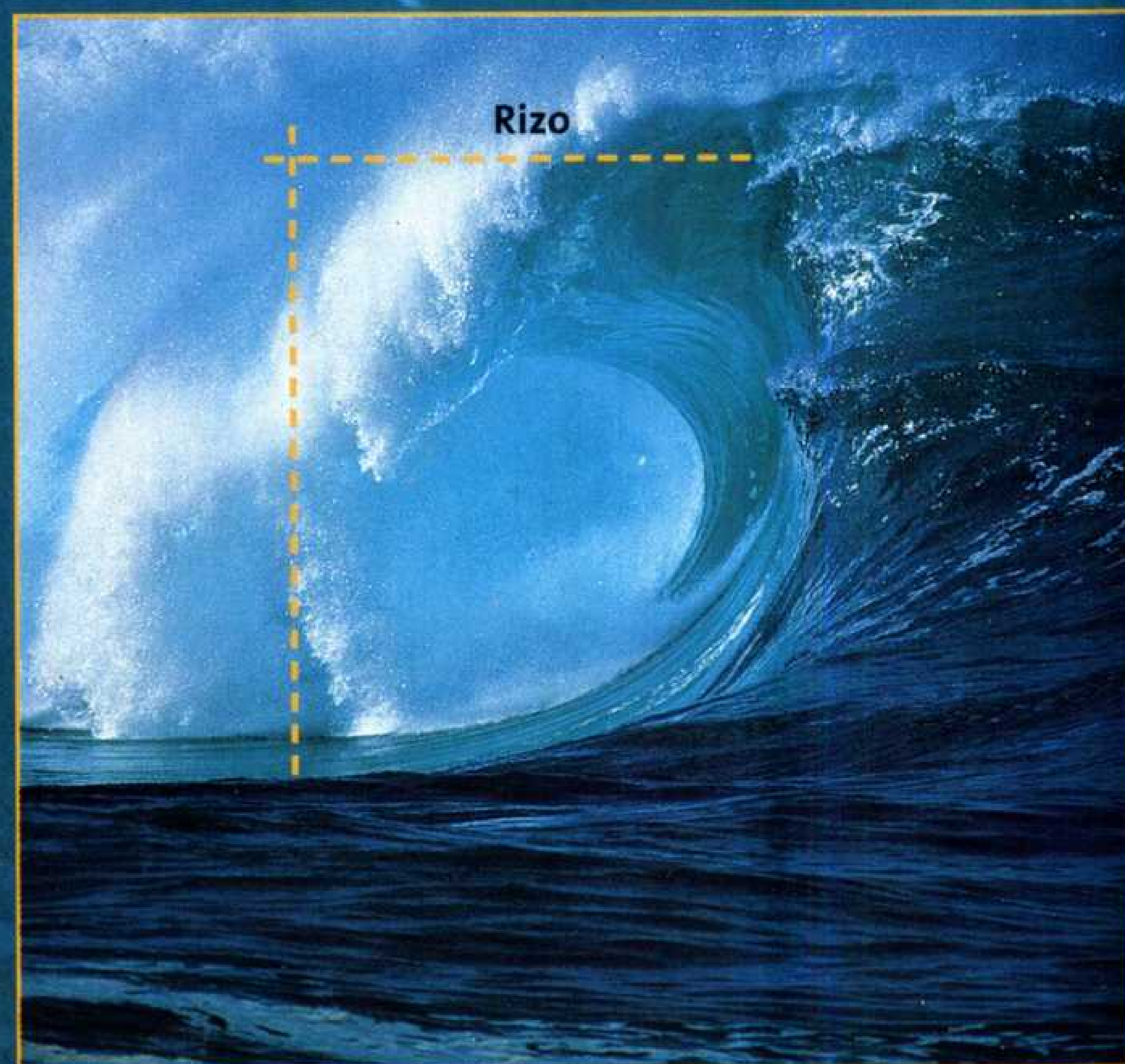
FETCH: Zona en la que se generan las olas y donde, en momentos de fuerte borrasca, se produce su rápido crecimiento. Dentro de esta zona, la superficie del mar parece desordenada, y es difícil distinguir olas aisladas. Cuando las olas salen de esta zona de generación, se regularizan y, al alejarse, se vuelven casi iguales. Estas olas, conocidas como *swell* o 'de mar muerto', se mueven en una sola dirección.

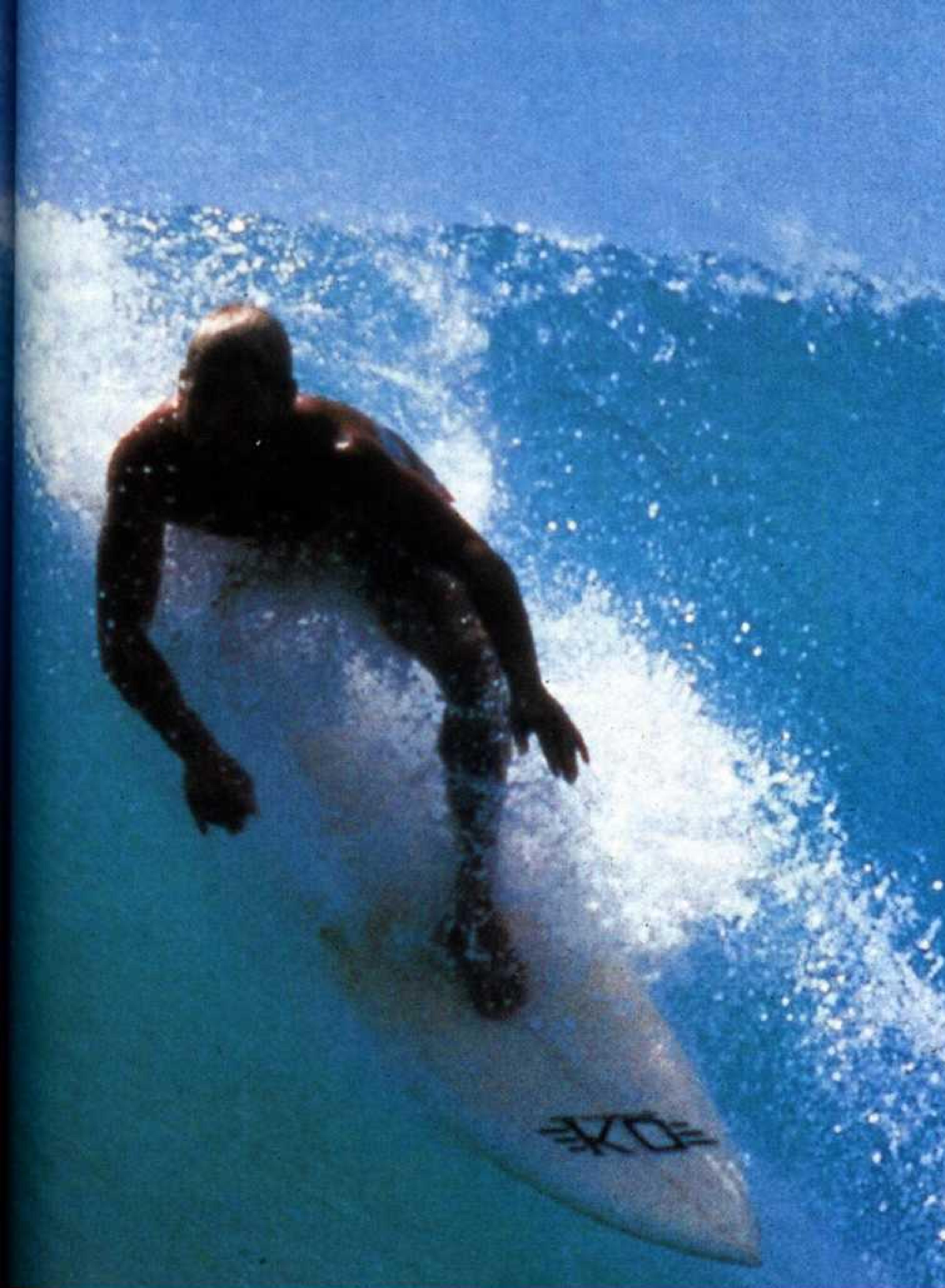
MURO: Parte de la ola 'surfeable', que puede variar según la dirección del viento. Si éste se opone al movimiento de avance de la ola, puede retrasar el momento de romper. Gracias a este fenómeno, las olas se vuelven más verticales y rompen a mayor altura.

PEEL ANGLE: Es el ángulo con el que se abren las rompientes, determinado por la relación entre la velocidad de la ola y la de propagación lateral de la espuma. Es el ángulo situado entre la línea de la cresta de una ola rompiente y la línea del agua blanca (la parte de mar ocupada por la espuma producida por la propia ola).

La pared de agua que protege el litoral

Junto a estas líneas, la fotografía muestra las distintas partes de una ola en el momento en que rompe, lo que se produce en distintas direcciones a medida que se acerca a la orilla. Una ola adecuada para el surf no rompe de forma simultánea a lo largo de todo su frente, sino que nace en la sección central y se expande hacia los laterales con una velocidad media, de forma que no alcanza al surfista. El oleaje se puede estudiar, además de con la observación empírica, gracias a modelos numéricos. Esta es la misión de Kerry Black, profesor de la universidad de Waikato e investigador del NIWA (National Institute for Water and Atmospheric Research) de Hamilton, en Nueva Zelanda. Se trata de un apasionado del surf, que mezcla el placer con el deber. De hecho, su especialidad es el estudio de la transformación de las olas en la fase de ruptura y dirige el *New Zealand Artificial Reef Program* para la construcción de barreras sumergidas. Gran defensor de las barreras artificiales por su contribución a proteger la costa de la erosión y porque «ya es hora de que al surf se le dediquen tiempo y dinero, como a otros deportes. La creación de barreras frente a las costas encaja a la perfección con la defensa del litoral y con la mejora de la pesca».



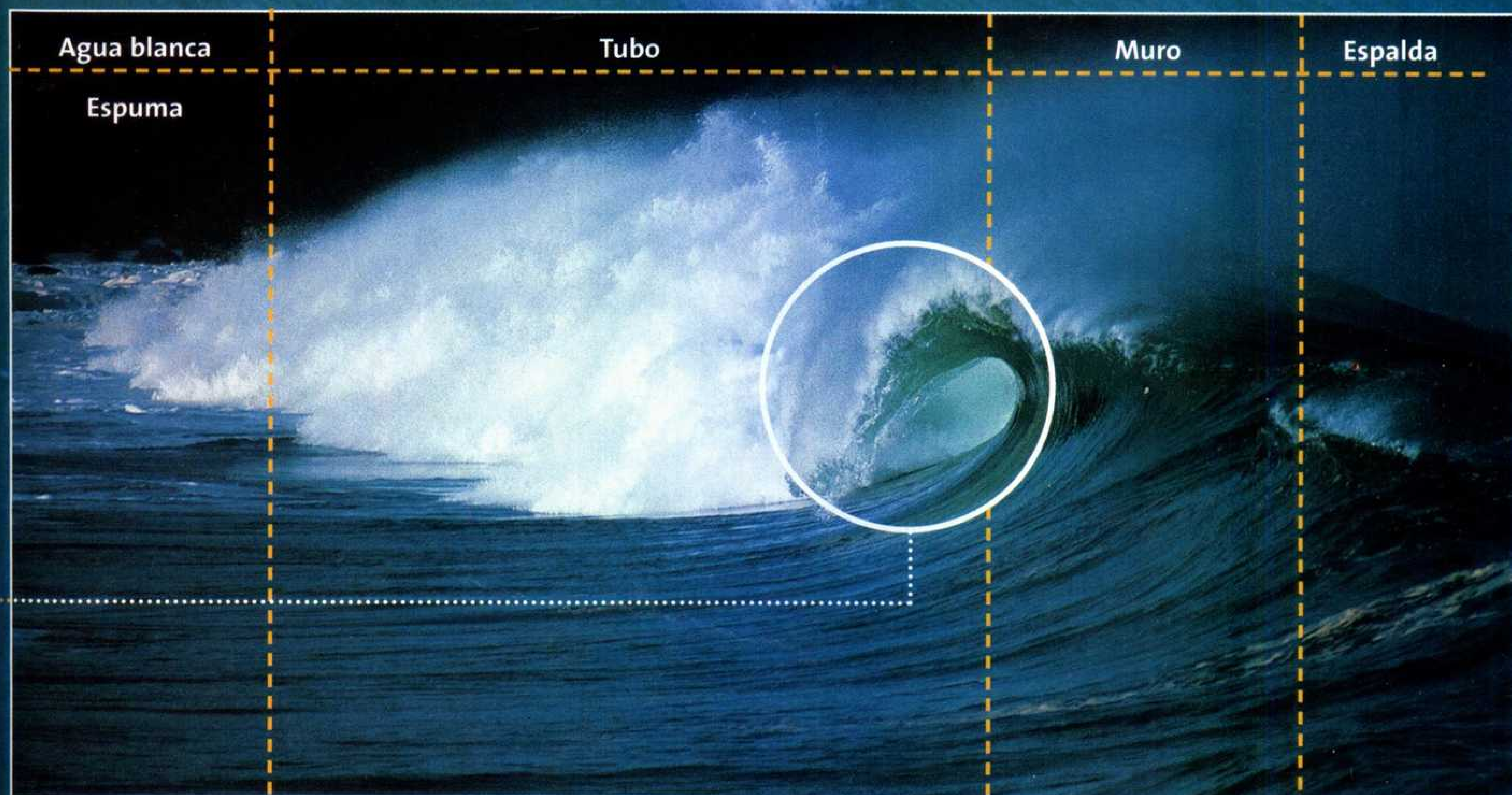


yecto», explica el joven ingeniero «se encuentra en la costa de Liguria, en el límite entre las provincias de Génova y Savona. Se trata de una franja de tres kilómetros en el territorio municipal de Varazze». Antes de elaborar el proyecto se ha realizado una investigación histórica sobre la evolución de la costa y se han tomado muestras de las características del fondo, para poder entender por qué en esta zona las olas se forman de una determinada manera. Se ha escogido la localidad de Varazze por su exposición al oleaje y porque hay un *fetch*, una zona de generación de olas, bastante largo. Se han reconstruido las características del oleaje del lugar y estudiado la propagación de las olas proyectando un fondo artificial.

Los resultados de estas barreras artificiales pueden ser excelentes. Sabiendo que el tipo de ola depende de la línea de profundidad y de la inclinación de la barrera, se podrán obtener rompientes a medida: 'desbordantes' (*spilling*), 'en cascada' (*plunging*), 'hundidas' (*collapsing*) y 'de avance' (*surging*). La rompiente más deseada por los surfistas es la de tipo cascada, la que forma el tubo, una ola que disipa su propia energía en una distancia muy corta y de forma muy violenta. El problema es que este tipo de olas puede ser peligroso para los surfistas con poca experiencia. Por esta razón, se ha creído oportuno proyectar una barrera que forme olas con una rompiente intermedia entre la cascada y la desbordante. De esta forma, la ola evolucionará con mayor amplitud y será accesible sin peligro para los inexpertos.

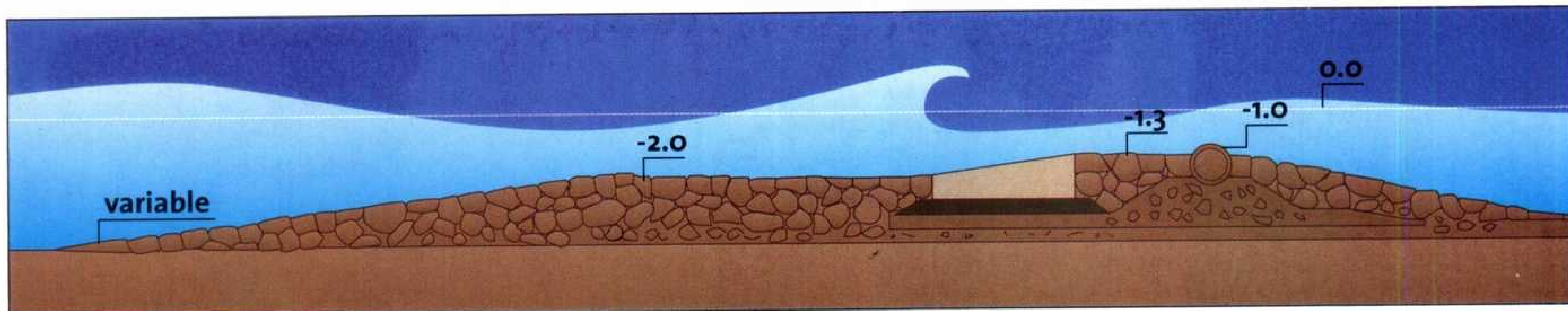
La necesidad de construir *spots* artificiales también afecta a otros lugares del mundo, como Australia, donde, a pesar de las mareas oceánicas, no siempre se dan las condiciones idó-

continúa en pág. 110 →



Así está hecha la barrera capaz de despertar a las olas

• **El arrecife artificial** es una barrera rompeolas construida con sacos de arena, guijarros o bloques, situada en paralelo al frente de las olas que inciden en la costa. Su parte superior debe ser lo suficientemente ancha como para permitir que la ola disipe parte de su energía por todo el frente de forma simultánea. El arrecife ideal tendría que tener un ángulo de rompiente entre 30 y 45 grados. Está inspirado en los arrecifes de coral naturales, barreras rompeolas naturales que forman zonas de poco calado en la cercanía de la costa, obligando a las olas a romper en mar abierto y disipar su energía antes de alcanzar la playa. El lugar perfecto para construir una barrera artificial debería encontrarse dentro o cerca de una franja marítima en la que las olas rompan con mucha frecuencia. En cualquier caso, lejos de un bajío, que ya produce olas adecuadas para el surf por sí solo. La zona escogida (en la tesis de fin de carrera de Lorenzo Pellegrini) para el proyecto de un arrecife artificial en Varazze tiene una profundidad que varía entre los 4,70 y los 2,30 metros por debajo del nivel del mar. Las características del proyecto permiten que las olas rompan de la forma deseada, con una gama de alturas que va de los 3,5 metros a los siete centímetros.



neas para practicar el surf. Se calcula que, en Australia occidental, hay más de 185.000 aficionados al surf concentrados en pocas playas, lo que provoca conflictos y accidentes entre surfistas, pescadores y aquellos que sólo quieren nadar.

Los investigadores australianos y neozelandeses fueron los primeros en proyectar barreras artificiales sumergidas a lo largo de sus costas para provocar la formación de 'olas surfeables'. Según Charitha Pattiaratchi, del Departamento de Ingeniería Medioambiental de la Universidad de Western Australia, «el proyecto de una buena barrera artificial debe diseñarse para producir rompientes a la derecha y a la izquierda. La forma de punta de flecha es la ideal, con el vértice hacia el mar abierto y un ángulo de 45º, teniendo en cuenta que 30º están bien para los principiantes y 60º para los profesionales. Esta estructura sumergida debería formar olas de medio metro a tres metros y medio».



LA INCLINACIÓN PERFECTA. La inclinación del fondo también influye. La pendiente ideal sería de 1:20 (es decir que para descender un metro hay que recorrer 20), aunque algunos científicos han sugerido que podría ser mejor una relación 1:5.

Existen proyectos similares del NIWA (National Institute of Water and Atmospheric Research) de Hamilton, en Nueva Zelanda. Basándose en datos estadísticos recogidos en 27 de las mejores playas para el surf (en Australia, Nueva Zelanda, California, Brasil, Hawai e Indonesia), los investigadores han llegado a la conclusión de que una buena barrera artificial submarina, capaz de levantar olas con rompientes adecuadas para el surf, debe tener una pendiente de 1:5 (lo que significa que para descender un metro hace falta avanzar cinco). Una pendiente mucho mayor que las ya experimentadas, de 1:20 y 1:40, óptimas según la mayoría de los expertos.

Sobre la base de estas nuevas observaciones, se está proyectando una barrera artificial en Narrowneck, en la costa meridional de Nueva Zelanda: un arrecife artificial hecho a base de miles de sacos de arena colo-

— continúa en pág. 112 →

cados a pocos metros bajo la superficie marina.

La piscina como alternativa

En el sector de las actividades recreativas también se han inventado piscinas en las que se generan olas artificiales. Hace unos años que llegaron a nuestro país, pero ya en 1938, Fisch inventó una bañera para crear una ola estacionaria. En 1961, Matrai fabricó una piscina con el fondo inclinado, provista de una bola oscilante que colocada en una cámara sumergida simula las olas del mar. Con el avance de la tecnología, se pasó a otros tipos de generadores de ondas y, hacia finales de los años 70, se creó el 'relieve hidráulico en movimiento': la ola se genera introduciendo un importante volumen de agua en una bañera a través de una rampa. Las olas son provocadas por el fondo de la piscina. En el mundo existen docenas de piscinas que generan olas artificiales de esta manera. Las más famosas son las de Roaring Lagoon en Sudáfrica, Wild Water Kingdom y Typhoon Lagoon en los Estados Unidos, Edmonton Mall Wave Pool en Canadá, Wild Blue de Yokohama y Ocean Dome de Miyazaki en Japón. Esta última costó más de 13.500 millones de pesetas y en su 'bañera' las olas alcanzan los tres metros de altura. Existe otro tipo de generadores de olas, desarrollado por Forsman en 1975, en el que una especie de hoja circular que se mueve dentro del agua forma un relieve hidráulico en movimiento. De esta manera surge una ola sobre la que los surfistas cabalgan siguiendo el borde externo de la piscina. Además, se puede crear, en un canal, un relieve estacionario que, según la velocidad de la corriente y la forma de un obstáculo sumergido, produce una rompiente en cascada. Se trata de la preferida por los directores de los parques acuáticos, ya que es barata y no entraña riesgos. Una 'hoja' de agua proyectada a gran velocidad sobre un obstáculo situado en el fondo del canal forma una ola estacionaria en la que el surfista no se desliza sobre ella, sino que es el flujo de agua el que discurre a gran velocidad por debajo de su tabla. Al aumentar la velocidad de la corriente, aumenta el tamaño de la ola, que forma una rompiente que tiende a caer en cascada. Se trata de una forma divertida de surf, sobre todo para los que no tienen experiencia. pero no produce el mismo placer que deslizarse sobre una ola en movimiento.



CONFLICTO DE INTERESES. Hay pocas zonas (spot) donde practicar surf y, además, están llenas de gente por lo que a menudo surgen conflictos entre pescadores, bañistas y deportistas.

El viaje

De los Estados Unidos a Australia, los paraísos del surf

• **Aunque en España** hay lugares idóneos y todavía poco concurridos para la práctica del surf no está mal fijarse en tres metas ideales para cualquier aficionado a las tablas. California, desde San Diego a Venice Beach, Hawai, en particular la costa septentrional de la isla de Oahu, y Australia, desde Sidney a Brisbane. A modo orientativo, por unas 250.000 pesetas se pueden pasar 10 días en California con base en San Diego en el hotel Hilton Mission Valley (habitación doble) viajando con la TWA con escala en Nueva York y San Luis, incluyendo alquiler de coche. Desde allí, para los bolsillos más fuertes se puede ampliar el viaje hasta Hawai. Por ejemplo en el hotel Hawaiian Waikiki Beach de Oahu. Si se quiere viajar a Hawai desde España, el precio varía muy poco respecto al de la opción de San Diego. Dar el salto hasta Australia es más caro. Un viaje de 16 días, con escala en Hong Kong, alojamiento en Sidney en hotel de primera y un itinerario hasta Brisbane ronda las 400.000 pesetas.



DON DE GENES. El prime hombre que viaja a Marte regresa a la Tierra convertido en portador del ADN más mortífero del universo. La única esperanza de salvar el planeta reside en Natasha Henstridge, la alienígena asesina de *Species* que en *Species 2* se vuelve buena.

SECCIÓN COORDINADA POR ALBERTO LUCHINI

La gran incógnita de 'Expediente X'

Los agentes especiales Mulder y Scully se han hecho mayores. Por lo menos en lo que a tamaño se refiere ya que, por fin, han dado el salto de la pequeña a la gran pantalla. Y lo han hecho a bombo y platillo, con una película que retoma todas y cada una de las constantes que han marcado una de las teleseries de más éxito de los últimos tiempos: fenómenos paranormales y extraterrestres que visitan nuestro planeta, todo ello envuelto en una macroconspiración gubernamental.





El guión de *Expediente X* lleva la firma de Chris Carter, creador de la serie, aunque el encargado de asumir la dirección ha sido Rob Bowman, que cuenta con la experiencia de haber realizado 25 episodios en la primera temporada del telefilme. Los papeles protagonistas –no podía ser de otra manera– son interpretados por los celebérrimos David Duchovny y Gillian Anderson, a los que secundan tres veteranos de lujo: Martin Landau, Armin Mueller-Stahl y Blythe Danner.
En aras de la espectacularidad, la acción se desarrolla en escenarios tan variopintos como Washington, Texas, Londres y la Antártida. Los efectos especiales, aun sin ostentar un protagonismo máximo, juegan, sin embargo, un papel básico en la historia y han sido elaborados por Mat Beck, responsable de *Mentiras arriesgadas* y *El profesor chiflado*, con Eddie Murphy.

¿Quién era Michael Todd?

Además de uno de los múltiples maridos de la actriz Elizabeth Taylor y productor de títulos como *Oklahoma* o *La vuelta al mundo en 80 días*, Michael Todd (1907-1958) fue el creador, en la década de los 50, del sistema de sonido Todd-AO que, junto al Cinemascope, pretendía hacer frente a la pujanza de la recién nacida televisión. El asunto consistía en rodar con negativos de 65 milímetros que luego eran positivados en 70, de tal modo que los cinco milímetros sobrantes permitían la inserción de seis pistas magnéticas de sonido, para ofrecer al público una casi perfecta estereofonía. Pero la ineludible necesidad de proyectores especiales, que encarecían notablemente los gastos de las salas, supuso la casi inmediata condena del invento. Aun así, la innegable espectacularidad de *La vuelta al mundo en 80 días* queda como testigo fehaciente de las posibilidades, nunca explotadas a fondo, del Todd-AO.

Aventuras y misterios espaciales

Después de unos años arrinconada en el baúl de los recuerdos, la conquista del espacio resurge en este fin de siglo con inusitada virulencia. Buena prueba de ello es *Horizonte final*, película dirigida por Paul Anderson (*Mortal Kombat*) que se desarrolla en el año 2047, fecha en la que, según los guionistas, se cumplen 32 años desde la fundación de la primera colonia permanente en la Luna, 15 a partir del comienzo de las explotaciones mineras en Marte y siete desde que la nave *Horizonte final* fue enviada a explorar los confines del Sistema Solar y se perdió su rastro tras cruzar la órbita de Neptuno. Así pues, una misión de rescate es enviada en la busca de sus restos y, sobre todo, de posibles supervivientes.



Esta aventura espacial sirve como excusa para abordar interrogantes universales tan ignotos como la muerte de una estrella gigante, la creación de una supernova o de una estrella-neutrón y los enigmas que se esconden detrás –o dentro, o alrededor, que todavía no está nada claro– de los misteriosos agujeros negros.

A NUESTRO ALREDEDOR se producen toda una serie de fenómenos físicos y químicos. *Newton* quiere explicar, con ayuda de la ciencia, los porqués de la vida cotidiana, proponiendo, además, experimentos sencillos.

El empuje de Arquímedes

▶ El empuje hidrostático, conocido desde tiempos remotos, es uno de los fenómenos más curiosos e importantes de la naturaleza. Sin embargo, a menudo se producen falsas convicciones. Para aclararlo, veamos una serie de experimentos útiles y, al mismo tiempo, entretenidos

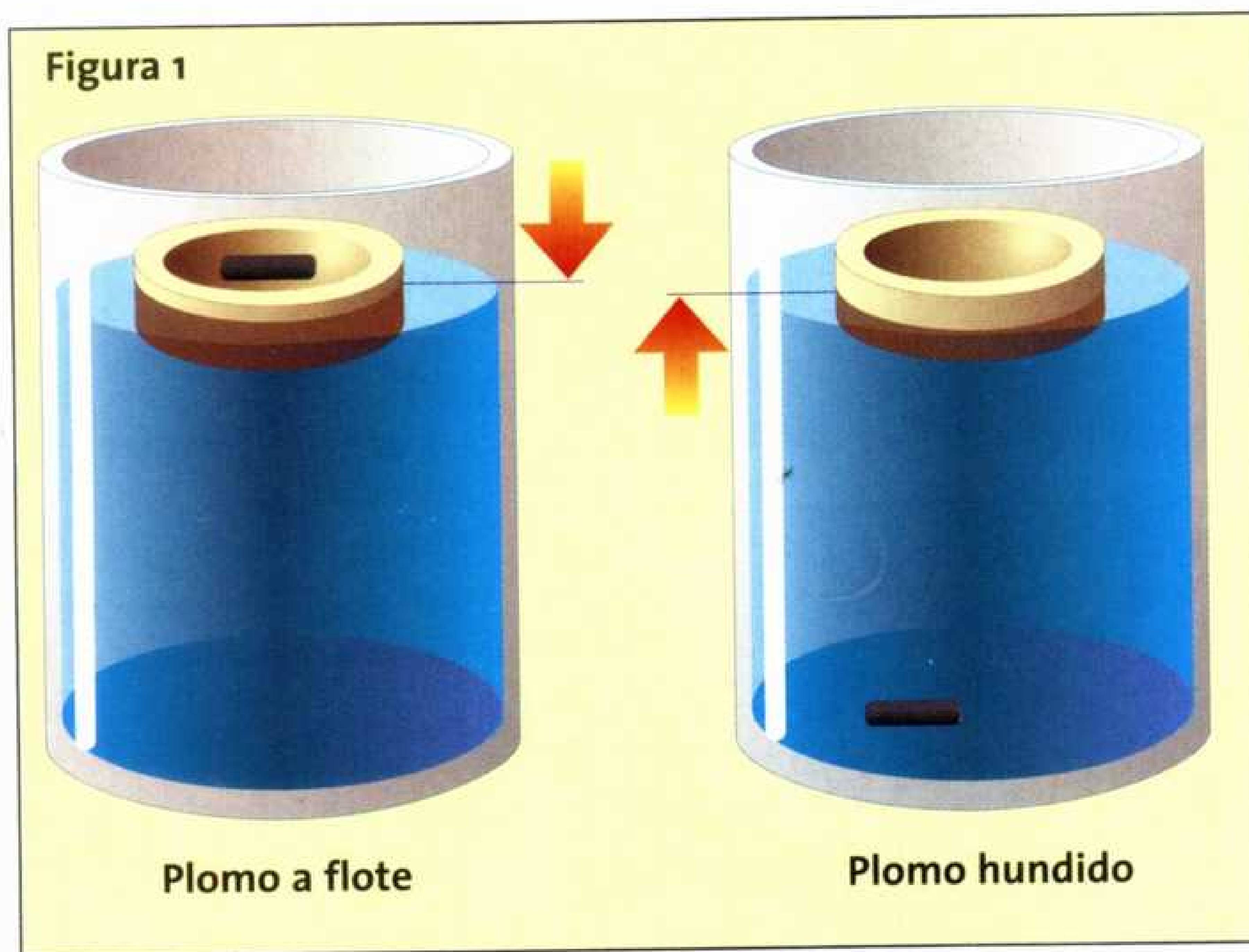
Para empezar, proponemos a los lectores que respondan a la siguiente pregunta: una barca está flotando en una piscina y desde ella se lanza al agua una piedra grande, ¿el nivel del agua de la piscina sube, baja o queda inalterado?, ¿y qué sucedería si se lanzase un tronco de madera?

Recordemos que el principio de Arquímedes afirma que el empuje hidrostático ejercido por un fluido sobre un cuerpo inmerso en él es igual al peso del volumen del fluido desalojado. El empuje aumenta según el grado de inmersión del cuerpo, llegando al máximo cuando está totalmente sumergido. Sin embargo, no es suficiente para responder a la cuestión. Es necesario añadir que el nivel de inmersión del cuerpo en el fluido está determinado por el equilibrio entre la fuerza peso que tiende a hundirlo y el empuje hidrostático que tiende a elevarlo. Si el peso vence al empuje hidrostático, el cuerpo se hunde; en caso contrario, flota emergiendo hasta que el empuje de Arquímedes iguale al peso.

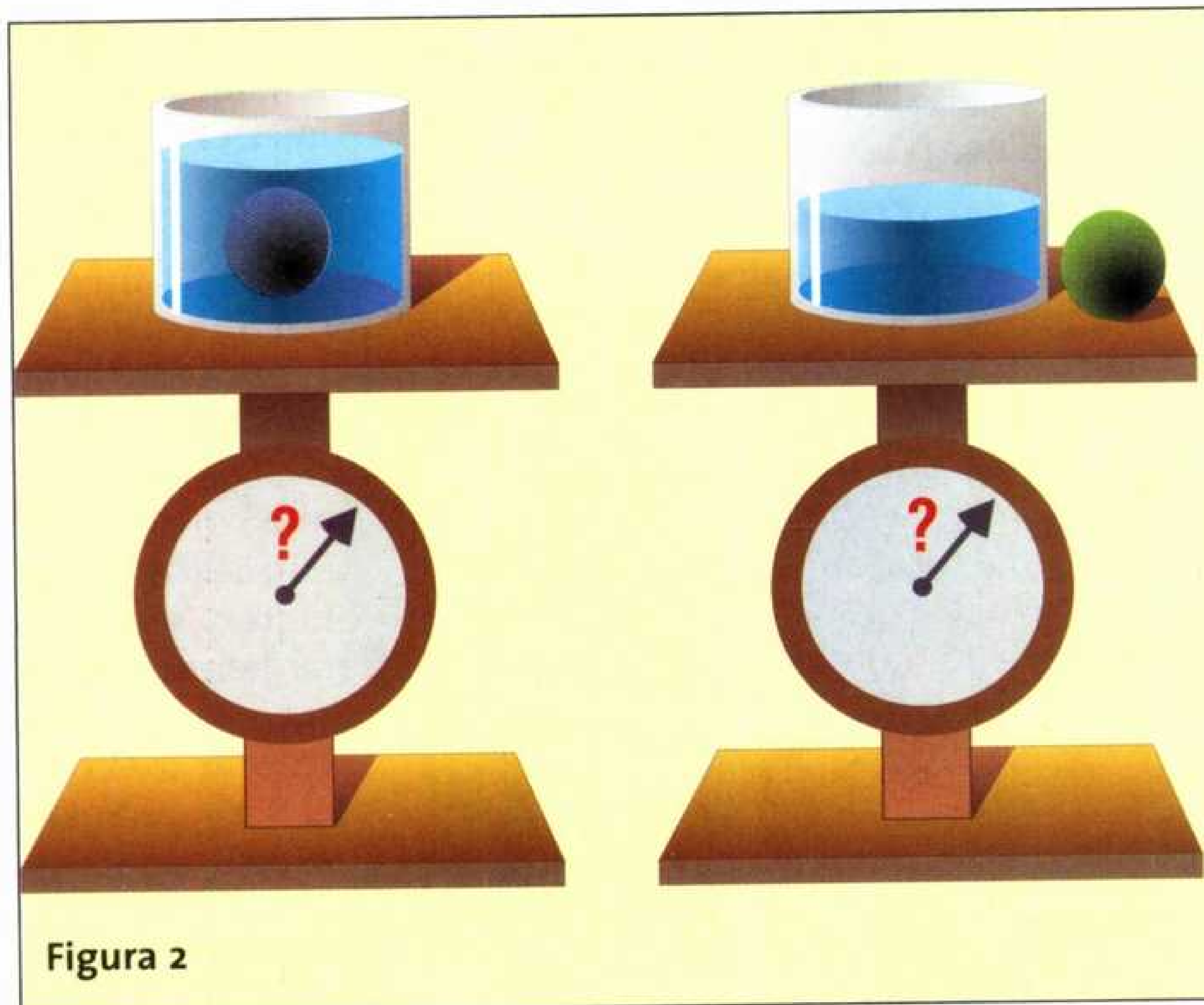
En dichas condiciones, el sistema se halla en equilibrio y no se modifica en el tiempo. Así se explica por qué un iceberg cuya densidad es sólo un poco inferior a la del agua (al congelarse, el agua se dilata débilmente), se sitúa casi por entero bajo el agua y sólo emerge la punta. Justo al contrario ocurre con una pelota llena de aire. Su densidad media es enormemente más baja que la del agua, por lo que queda casi toda fuera.

Así llegamos a la respuesta de nuestra pregunta. La carga de la piedra sobre la barca hace que, hasta que se alcance el equilibrio, se desplace una cantidad suplementaria de agua que pese lo mismo que la piedra. Esto supone un volumen de agua mayor que el volumen de la piedra ya que ésta tiene una densidad más elevada. Concretando, digamos que si el volumen de la piedra es de 20 litros y su peso de 60 kilos, deben desplazarse 60 litros de agua. Sin embargo, una vez lanzada al agua, la piedra desplaza un volumen de agua exactamente igual al suyo, o sea 20 litros, no ocurriendo nada más porque el nivel de la piscina baja.

Pero, ¿y si se tratase de un tronco de madera? En ese caso, no se produciría ninguna variación en el nivel porque la madera flotaría desplazando –siempre por las condiciones de equilibrio exigidas– una cantidad de agua de peso exactamente igual al suyo, ni más ni menos que si se quedara en la barca.



LA PIEDRA Y LA BARCA EN LA PISCINA. Para este experimento se necesita un plomo, un tapón de corcho y un recipiente casero.



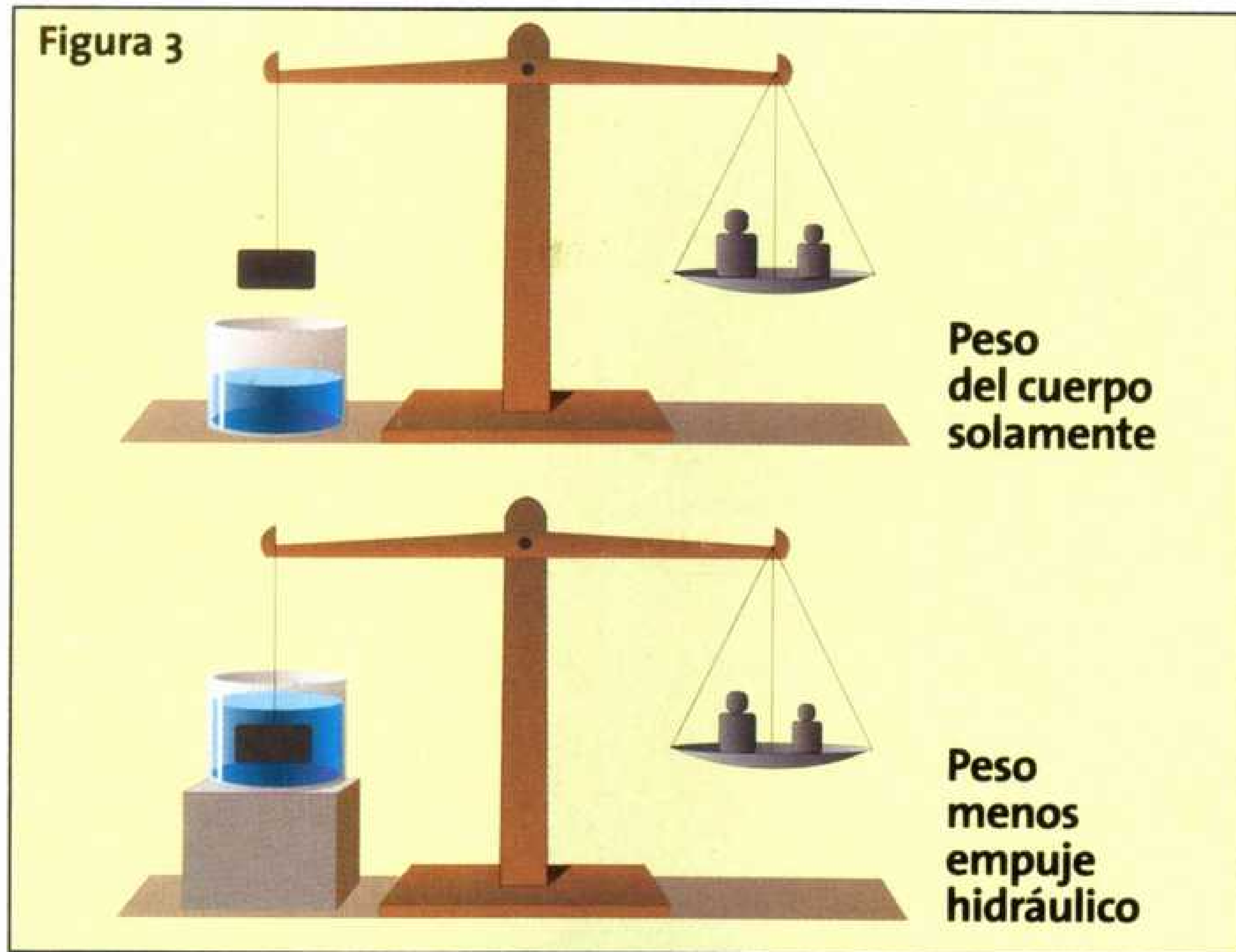
TRAMPA. ¿Cuál pesa más, el recipiente que contiene un objeto o el que tiene el mismo objeto al lado?

▶ Hagamos la prueba

¿Queremos verificarlo empíricamente? No debería ser demasiado difícil. En vez de una piscina, cogeremos un recipiente alto y estrecho (un florero, una garrafa o mejor un cilindro graduado del tipo que se usa en la cocina para medir líquidos). Como barca utilizaremos un tapón de corcho ancho y bajo, que eventualmente flote en el agua, y como piedra, un plomo (véase figura 1). Para fijar más las ideas, el cilindro tendrá un diámetro de 10 cm.; el corcho, un poco más estrecho que el cilindro y los plomos con un volumen de dos centímetros cúbicos (cada centímetro cúbico corresponde a 11,3 gramos de peso). Al colocar el plomo dentro del corcho, se desplazan aproximadamente 22 c.c. de agua, y se hunden sólo dos.

Cuando lanzamos objetos al agua, podemos observar que algunos flotan mientras otros se hunden ¿A qué se debe este fenómeno? Según el principio de Arquímedes, el empuje hidrostático ejercido por un fluido sobre un cuerpo es igual al peso del volumen del fluido desalojado. Pero también es necesario tener en cuenta que el nivel de inmersión en el fluido está determinado por el equilibrio entre la fuerza ejercida por el peso del objeto, que tiende a hundirlo y el empuje hidrostático que lo eleva.

El descenso del nivel del agua se aprecia rápidamente. Una medida precisa de dicha variación, además de la de las dimensiones geométricas del sistema, podría servir para evaluar la densidad del plomo con respecto al agua.
Galileo se proponía determinar la densidad de los metales cuando inventó la balanza hidrostática. La duda que puede surgirnos cuando uno se propone medir el empuje de Arquímedes es si el peso de un vaso de agua en el que se encuentra inmerso un cuerpo es igual o diferente al del vaso y el cuerpo colocados uno junto al otro (figura 2). En el primer caso hay un empuje hidrostático, mientras que en el segundo no. ¿Qué opina el lector? Naturalmente, la respuesta es que no debe haber diferencia: por el principio de acción y reacción, el empuje hidrostático ejercido por el líquido sobre el cuerpo es equilibrado por la fuerza igual y contraria ejercida por el cuerpo sobre el líquido.



LA BALANZA HIDROSTÁTICA DE GALILEO. Esta sencilla prueba sirve para determinar el peso específico de los materiales utilizados.

▶ Contra los estafadores

¿Cómo podemos *pesar* el empuje de Arquímedes? Galileo se interesó por esta cuestión ya que, gracias al resultado de esta medida, podía evaluar el peso específico de un metal o de una aleación respecto al del agua, y así identificar joyas en las que algunos orfebres estafadores hubieran introducido dosis de metales bajos. Este invento le podía ayudar a conseguir algunos ingresos de una manera honrada.
El método debe permitir un verdadero peso del cuerpo en inmersión, excluyendo de la medición el peso del fluido y el del recipiente. Esta prueba puede ser realizada fácilmente en nuestros hogares, como se muestra en la figura 3. Primero, se pesa el cuerpo metálico en el aire, donde el empuje hidrostático es de entidad insignificante, después se repite la medida levantando el vaso lleno de agua hasta que el cuerpo se sumerja totalmente, sin tocar las paredes ni el fondo. El segundo dato es el peso del cuerpo restando el empuje de Arquímedes, es decir el peso de un volumen igual de agua. De las dos medidas se obtiene rápidamente la densidad relativa del metal.
Si se quiere, se puede sustituir el agua por otros fluidos para determinar su densidad. Para simplificarlo, se puede sustituir la balanza por un dinamómetro, es decir un sencillo resorte helicoidal del que se cuelga el cuerpo sometido a examen. En este caso, será necesario hacer una escala de la tara del resorte usando pesos conocidos.
Aparte de los estudios científicos y de las aplicaciones del empuje de Arquímedes, Galileo pasó mucho tiempo experimentando con objetos inmersos en agua total o parcialmente.



¿POR QUÉ FLOTA? ¿POR QUÉ SE HUNDE? Una nave flota porque en su interior hay aire. Pero si el agua invade este espacio, el empuje hidrostático no es suficiente para mantenerla a flote.

▶ Los juegos de Galileo

En uno de sus célebres diálogos, narra sus intentos de obtener cuerpos capaces de quedarse suspendidos en el agua por la mitad, hundirse o bien mantenerse a flote. Para ello lo que cuenta es cómo se relaciona la densidad media del cuerpo con respecto a la del agua (es la razón por la que una nave de hierro con aire dentro puede flotar).
Galileo utilizó bolas de cera más ligeras que el agua, aumentando el peso de éstas gradualmente con granos de arena. Un experimento divertido es el consistente en hundir muy lentamente una pelota en agua dulce y hacerla salir a la superficie disolviendo en el agua una determinada cantidad de sal.
La idea surge por la observación del mecanismo por el que cientos de peces de agua dulce se mueven mejor en sus maniobras subacuáticas. La vejiga natatoria se llena de aire pudiendo hacerla variar de volumen, gracias a la acción de ciertos músculos, con lo que se altera la densidad media del animal. De manera menos profesional, nosotros mismos podemos hacer algo parecido llenando nuestros pulmones de aire antes de sumergirnos o bien vaciándolos al máximo. En el segundo caso, como el peso específico de los huesos es mayor que el del agua y el resto del cuerpo fundamentalmente acuoso, es posible hundirse con cierta facilidad.

La ciencia de Velázquez

Menina es el término portugués que en el siglo XVII se utilizaba para designar a las muchachas nobles que entraban al servicio de los reyes. Y, en 1656, el gran pintor sevillano decidió inmortalizarlas, junto a la familia de Felipe IV, empleando las técnicas que tanto dominaba: astrología, geometría y arquitectura se combinan en la mejor obra de arte

POR PILAR GROSSO Y ÁNGEL DEL CAMPO Y FRANCÉS*

Es con toda seguridad la pintura que más curiosidades ha despertado y también la que mayores interrogantes plantea. ¿Qué quería trasmitir? ¿Cómo y dónde la realizó? ¿Quién es el protagonista principal? ¿Por qué aparece él en un lugar destacado? Lo que Diego de Silva Velázquez (1599-1660) quiso reflejar en *Las Meninas* (1656) sólo se puede entender si se atiende de forma especial a los vastos conocimientos científicos que el mismo autor había acumulado a lo largo de toda su vida. Astrólogo, físico, geómetra, arquitecto, decorador y calculista, era además poseedor de una amplia biblioteca que aumentaba con los días. Discreto y reservado, pero curioso por naturaleza, en su segundo viaje a Italia (1649), reforzó su saber en diversas materias y decidió aplicarlo en el Alcázar de Madrid, sede de los Austrias y,

—continúa en pág. 118 →

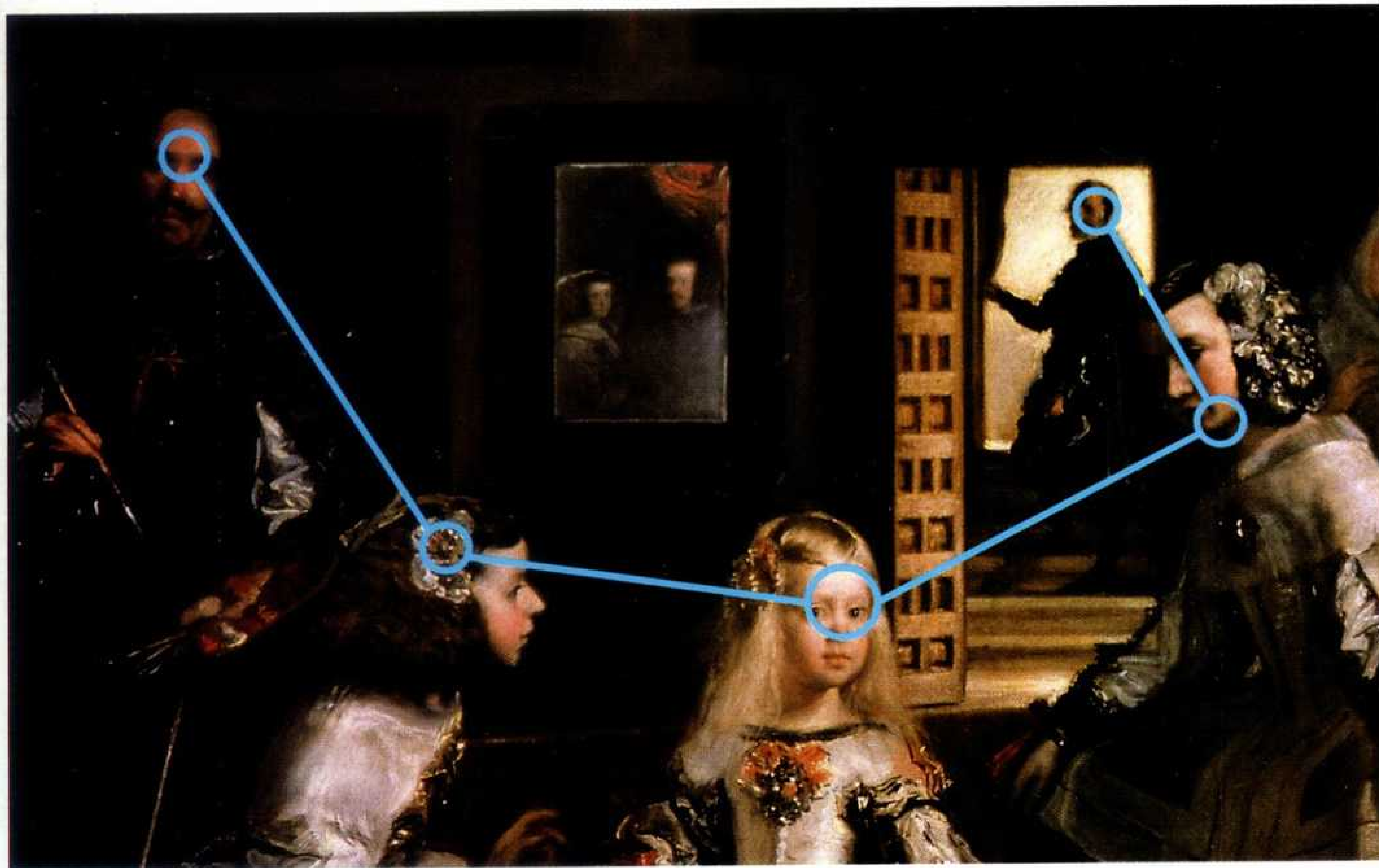


EL 'QUARTO' DEL PRÍNCIPE. Antonio Palomino (1655-1725), el primer y principal estudioso conocido de la obra de Velázquez, ya llegó a la conclusión de que éste había pintado *Las Meninas* en las dependencias del Alcázar de Madrid (destruido por el fuego en 1734 y situado en el actual emplazamiento del Palacio Real) que pertenecían al príncipe Baltasar Carlos, hijo de Felipe IV. Estas habitaciones fueron parcialmente reacondicionadas como taller del pintor del rey, a la muerte del infante, en 1646.

RETRATO DE FAMILIA. El primer nombre que se le dio al famoso cuadro de Velázquez. En él, aparecen, de izquierda a derecha, el propio autor, doña María Agustina Sarmiento, la infanta Margarita, Doña Isabel de Velasco, Maribárbola y Nicolás Pertusato. Detrás, en la sombra, Doña Marcela de Ulloa y un guardadamas. En la puerta, José Nieto y, enmarcando la escena, el espejo con la imagen de Felipe IV y Mariana de Austria, su segunda mujer.

Las Meninas de Velázquez se encuentran en el Museo del Prado. Edificio Villanueva, sala 27.





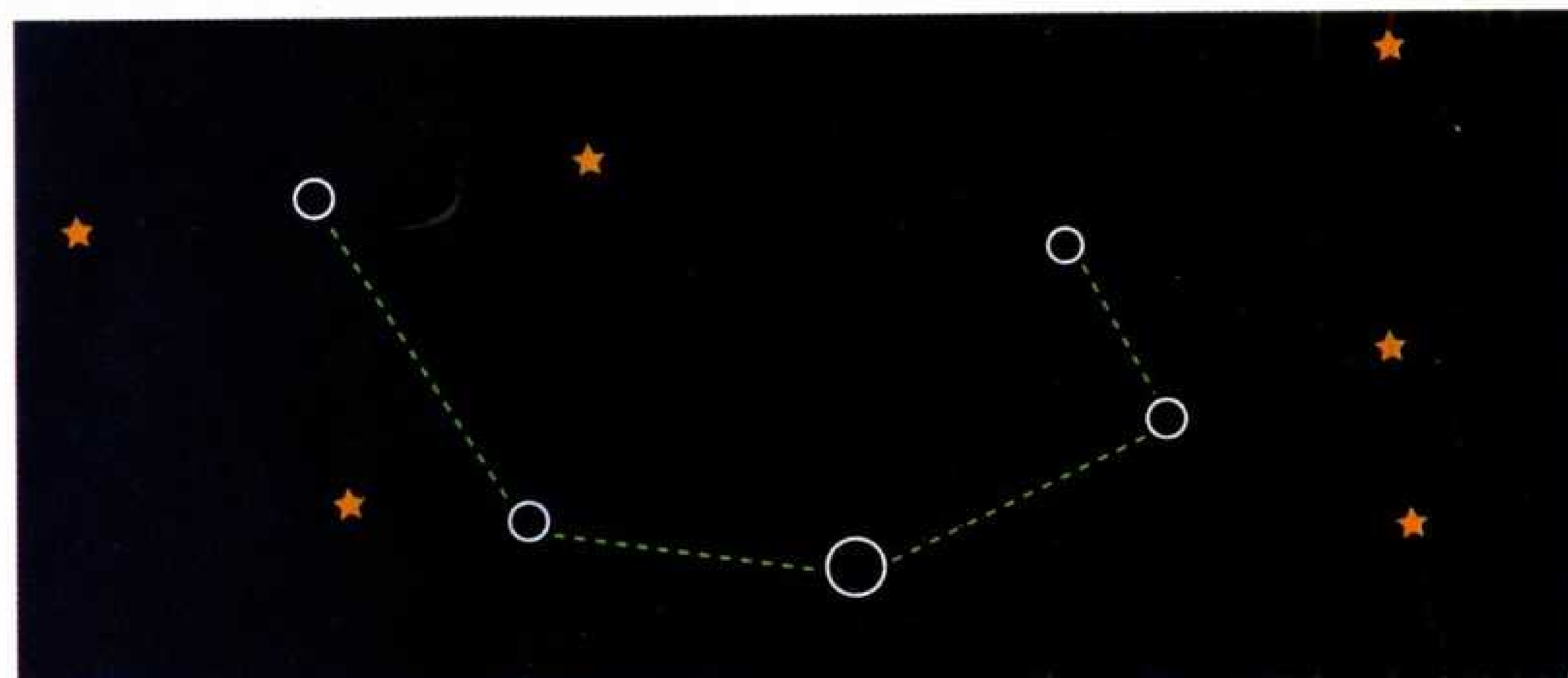
en concreto, de Felipe IV y su familia. Por real encargo debía adquirir obras de arte que adornasen el palacio y además conseguir que Colonna y Mitelli, dos artistas boloñeses, accediesen a decorar con frescos sus paredes. Una moda de la época consistente en pintar en las mismas tranpantojos, una especie de aberturas perspectivistas que prolongaban las habitaciones como abriéndolas hacia el exterior.

Velázquez, que no era fresquista, intentó, mientras llegaban los boloñeses, intervenir en parte de la decoración y por este motivo se puso manos a la obra con *Las Meninas*, en donde la puerta del fondo es el elemento que más destaca. De ella proviene toda la fuerza, la profundidad y la luz del cuadro, en un intento por resaltar que desde esa habitación es desde donde se sorprende una escena normal que ocurre en palacio.

▶ Geometría y perspectiva

Pero no es lo único que intentaba reflejar. Mientras por un lado quería retratarse y retratar un momento íntimo en la vida de los reyes, cosa poco común en la época por el secretismo que envolvía a la corte, por otro intentó poner en práctica los nuevos conocimientos que había adquirido. Y sobre todo los referentes a la geometría y la perspectiva lineal, una técnica utilizada para representar el espacio tridimensional en dos dimensiones basándose en que el ojo humano se adapta a esa estructura. Para ello, busca un punto de referencia, que se encuentra en la puerta, justo debajo del brazo derecho de José Nieto, lo prolonga hasta el infinito y va trasladando, a tamaño proporcional, cada elemento de la lejanía dentro del lienzo.

CORONA BOREALIS. Velázquez colocó a los personajes principales de *Las Meninas* de la misma manera en que están situadas las cabezas celestes de la *Corona Borealis*, cuya estrella principal se llama Margarita, como la hija de Felipe IV.





EL MITO DEL NUDO. Aunque la infanta Margarita era protagonista de la escena, doña Isabel de Velasco aparece como parte destacada en representación de la corte y los peligros que entraña.

▶ Estudios realizados

Este método permitió a los investigadores descubrir, a partir –entre otras cosas– de las dimensiones del cuadro (3.18 x 2.76 m.), las proporciones reales de la habitación en la que realizó la pintura, con su forma paralepipédica, anchura, profundidad y altura. Aunque la situación de la misma ya había sido adelantada correctamente por Antonio Palomino (1655-1725), el primer biógrafo y estudioso conocido de la obra del pintor sevillano.

Velázquez disfrutaba siendo veedor y autor de obras en su papel de arquitecto imprevisto en la actividad de palacio, aunque había otros encargados de esta tarea como Gómez de Mora. Sin embargo, no dejó ningún dibujo arquitectónico de estos trabajos, pero lo que sí hizo fue pintar el cuadro de

tal manera que tan sólo examinándolo geométricamente se pudieran calcular dichas dimensiones. De hecho, comparándolas con los planos de Gómez de Mora se deduce de nuevo que la habitación que pinta es realmente la que él mismo se había encargado de arreglar en las obras de ampliación de la zona baja del palacio. Unas dependencias que correspondían al Quarto del Príncipe (cuarto con Q), antiguo apartamento donde vivía el infante Baltasar Carlos, hijo de Felipe IV y su primera mujer Isabel de Borbón, muerto en su pubertad, el año 1646.

Otras técnicas empleadas

Hombre culto y conocedor de todos los descubrimientos de la época, Velázquez quiso incluirlos de alguna manera en la que resultó ser su gran obra maestra, calificada por el pintor napolitano Lucas Jordán (1634-1705) como la 'Teología de la pintura', ya que pensaba que así como la teología era la superior de todas las ciencias, *Las Meninas* lo era de la pintura.

En su composición, Velázquez situó a todos los personajes del cuadro de acuerdo con la constelación *Corona Borealis* de la que su estrella más brillante es la *Margarita Coronae* (foto pág. 118). Una coincidencia que viene a confirmar que la principal protagonista podía ser la pequeña infanta Margarita, de unos cinco años de edad.

Seguidamente y de forma alegórica, el pintor sevillano hace uso del mito del nudo (foto pág. 118), en el que es de nuevo la infanta la que queda prendida en un entramado del que Isabel de Velasco es parte central. La menina representa a la corte con sus ventajas y peligros, y junto a ella el resto de personajes, sombríos y algunos medio desdibujados, se unen al mensaje.



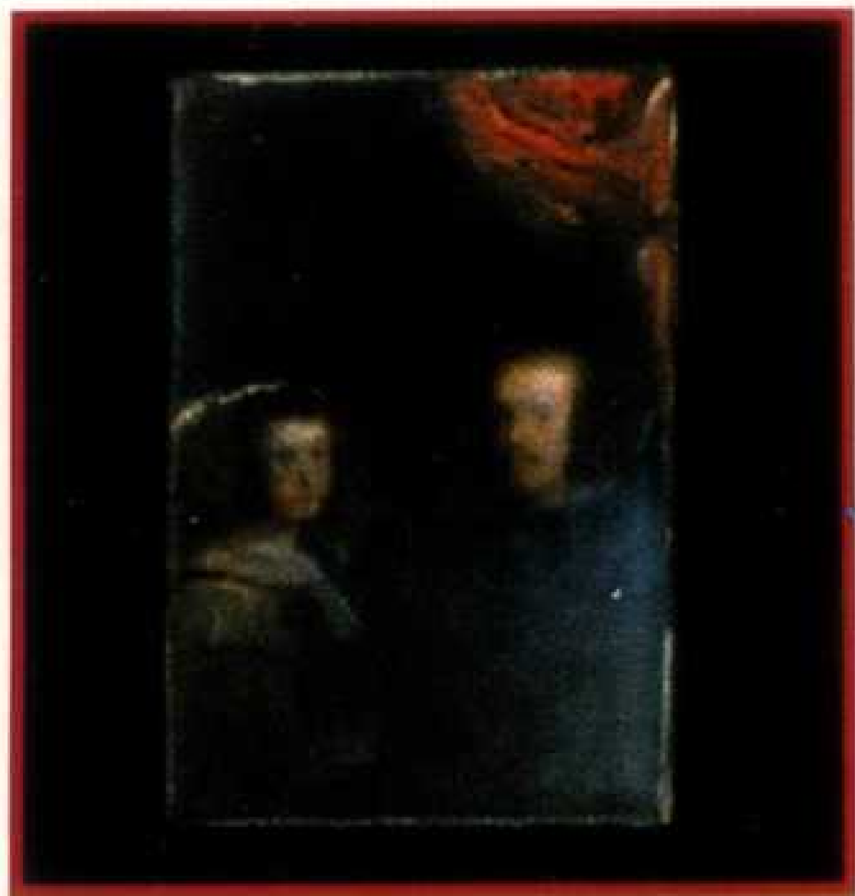
EL APOSENTADOR. José Nieto obstruye intencionadamente la puerta para evitar el deslumbramiento que proviene de ella. Si ésta se cerrase frontalmente se descubriría que tan sólo llega a la mitad del marco, de lo que se deduce que se trata de un cerramiento de doble hoja.

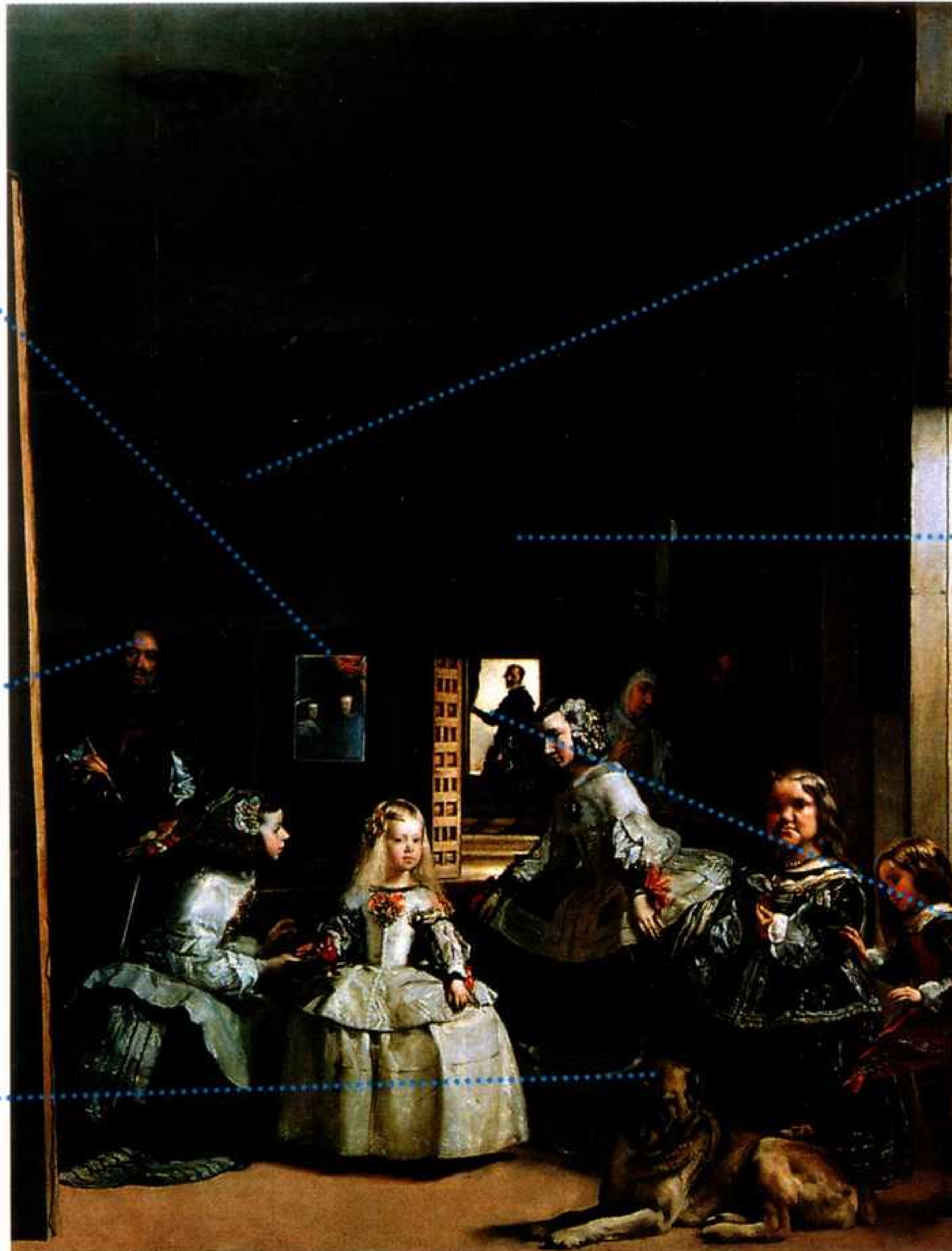
Como reto a la corte se incluye en una escena de palacio

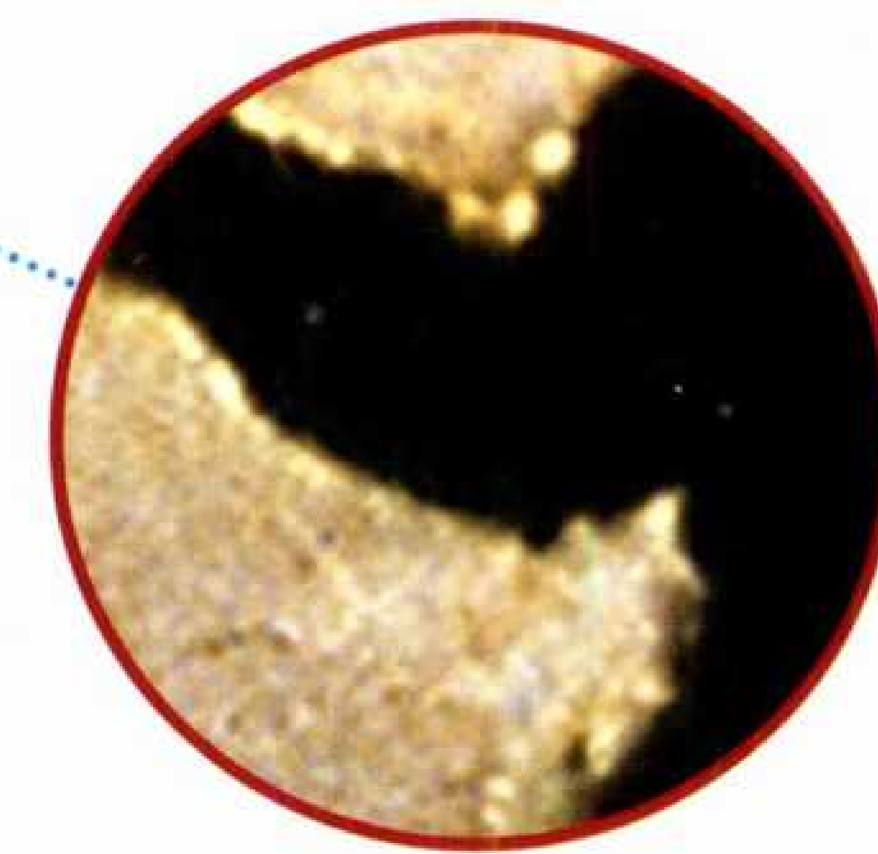
También este dibujo coincide con el clásico signo zodiacal de Capricornio (23 diciembre-21 enero). Un buen augurio o deseo de recuperación por parte de Velázquez para Mariana de Austria, nacida el 23 de diciembre de 1634, de cuya futura maternidad, frustrada varias veces tras el nacimiento de Margarita, estaba pendiente el destino de la Corona española.

Otro de los famosos trucos que utilizó fue el de situar la imagen de los reyes en un espejo

continúa en pág. 120 →



UN ANÁLISIS MUY DETALLADO. Diego Velázquez no incluyó en *Las Meninas* ningún elemento puramente decorativo. Cada una de las diferentes partes que conformaban el cuadro tenían su particular significado ya fuera mitológico, simbólico o representativo de las nuevas técnicas.

como si estuvieran presentes en la habitación. Pero no podía ser. Si se atiende al tamaño en que sale su reflejo, se descubre que deberían haber estado colocados justo dentro de la escena principal. Es más probable que el pintor empleara otro tipo de técnica –como la recién descubierta linterna mágica–, para lograr este efecto. De lo dicho resultaría que lo que Velázquez ve en el gran lienzo que supuestamente pinta no es la escena que contempla sino un pequeño retrato de la pareja real proyectado a través del nuevo invento en el espejo del fondo.

Incluso después, cuando se dibuja en actitud reflexiva lo hace como si fuera más joven y con la cruz de Santiago ya sobre su pecho. Teniendo en cuenta que lo pintó a tan sólo cuatro años de su muerte y dos antes de recibir el preciado galardón y comparando su imagen con otras anteriores, sorprende que no analizara estos detalles. Queda claro entonces que su intención no era rejuvenecerse sino magnificar la pintura sobre las demás disciplinas.

Magnificar la pintura era uno de los propósitos del autor

De esta manera, se vistió con sus mejores galas y adornó su pecho con una distinción que no recibiría hasta 1658. A pesar de que algunos aseguraban que podía haber sido el propio Felipe IV quien mandara añadir esta condecoración a la muerte del pintor, los estudios realizados sobre el lienzo demuestran que el trazo era uniforme y provenía con toda seguridad de la misma mano.

Los dos cuadros, copias de su yerno Juan B. del Mazo a Rubens y Jordaens, situados en la pared del fondo, uno sobre el mito de Palas y Aracné, que explica el origen divino de las Artes, y otro sobre el de Apolo y Marsias, que recuerda la temporalidad de la música, vienen a reforzar esta teoría del ennoblecimiento de la pintura. Finalmente los símbolos de la fidelidad, la llave y el perro (aunque la primera pasa casi desapercibida debajo del brazo derecho del apostentador) parecen querer completar el mensaje que pretende transmitir el pintor: «El noble arte de la pintura muestra su fidelidad a la vida misma».

**Ángel del Campo y Francés es Ingeniero de Caminos, miembro de la Academia de Bellas Artes y autor de varios estudios sobre Velázquez.*

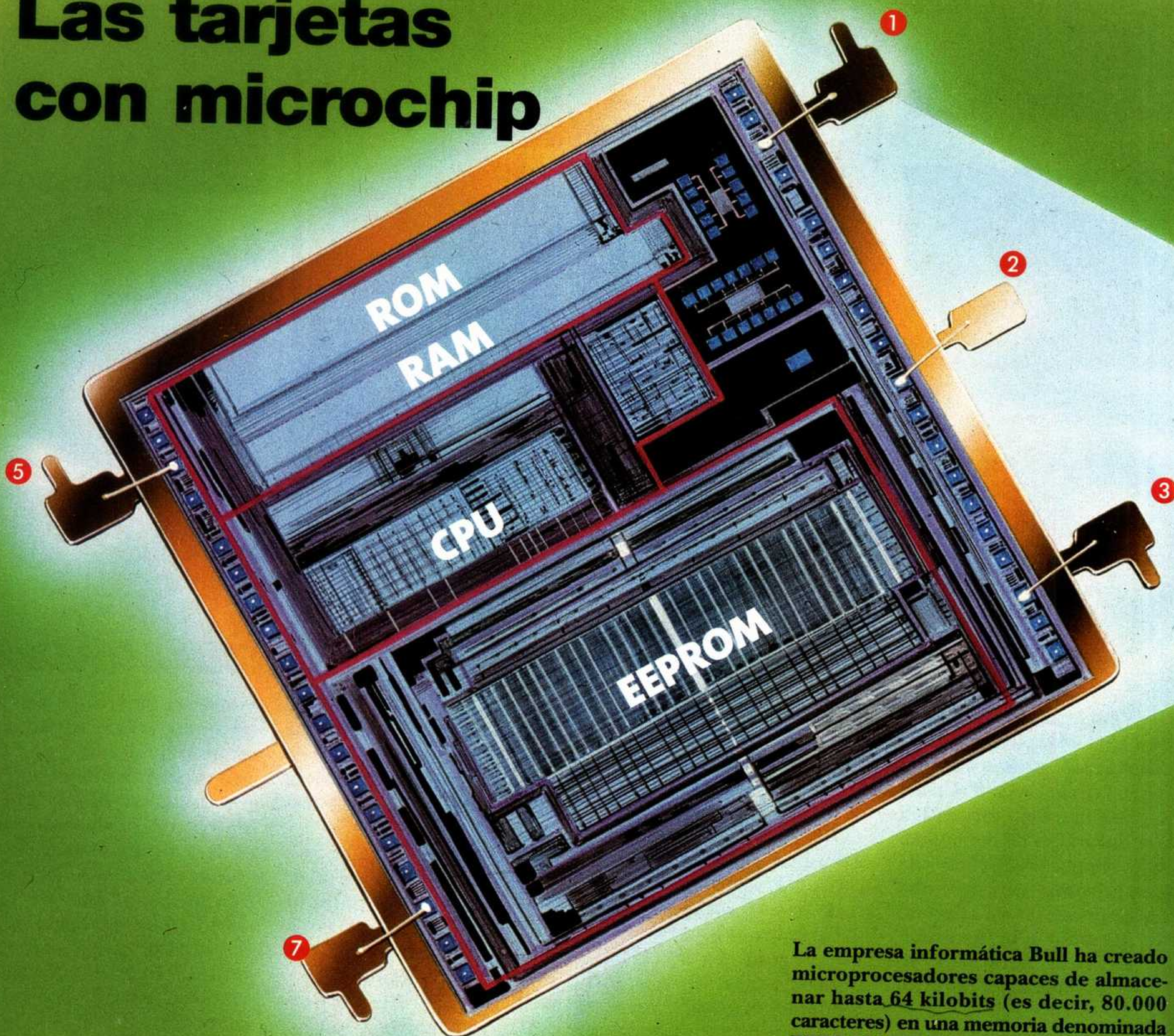
LIBROS

Ángel del Campo y Francés
La magia de Las Meninas
Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Jonathan Brown
Velázquez
Alianza Forma

La historia de las tarjetas con microprocesador se remonta a 1974, cuando el periodista e inventor francés, Roland Moreno, depositó cuatro patentes relativas a la gestión de las transacciones bancarias mediante circuitos integrados. De esta innovadora idea

Las tarjetas con microchip

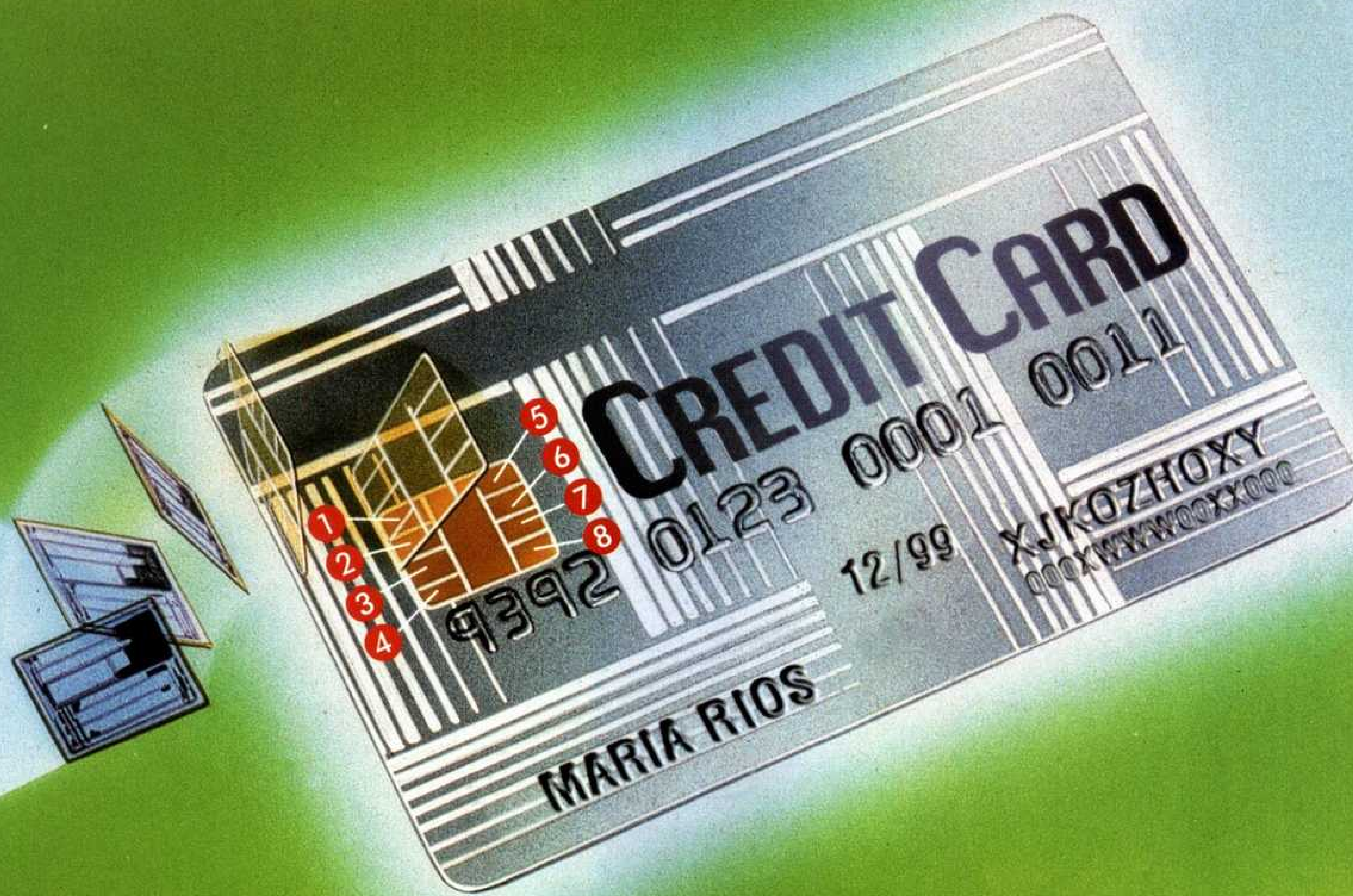


Las tarjetas con microprocesador o *tarjetas inteligentes*, verdaderos microordenadores de bolsillo, han entrado a formar parte de nuestra vida cotidiana y se utilizan cada vez más a modo de monedero electrónico en gestiones bancarias. A diferencia de las predecesoras de banda magnética, que sólo podían almacenar datos, las tarjetas de nueva generación no son sólo un mero soporte de información, sino que contienen y ejecutan programas de forma autónoma. El acceso al área de memoria lo controla totalmente el microprocesador, que ordena el bloqueo de la tarjeta en caso de presentarse una situación anormal, como intentos fallidos de acceso, contraseña incorrecta y otros usos fraudulentos. No pasarán muchos años antes de que se utilicen estas tarjetas con microprocesador en el documento de identidad, el permiso de conducir o la tarjeta de la seguridad social.

La empresa informática Bull ha creado microprocesadores capaces de almacenar hasta 64 kilobits (es decir, 80.000 caracteres) en una memoria denominada EEPROM, sobre la que se puede volver a escribir. Este tipo de tarjetas sirven, por ejemplo, para almacenar los datos clínicos y administrativos de los pacientes de un hospital, volviéndolos a actualizar en cada consulta médica.

En el corazón de este ingenio de útima generación se encuentra un microchip que integra en un sólo elemento de silicio (por lo general, de menos de un milímetro) los componentes básicos de una calculadora: la CPU, o unidad central de control; la memoria RAM, que utiliza la

nació, en 1976, la primera tarjeta de plástico experimental, que incorporaba un circuito integrado con tecnología TAB (Tape Automatic Bonding). Para llegar hasta la 'tarjeta inteligente' propiamente dicha hubo que esperar hasta 1981, fecha de presentación de la primera tarjeta con microprocesador montado sobre un sólo chip, y de la patente a la que dió origen, llamada SPOM (Self Program One Chip Microcomputer), de la que hoy se sirven más de 100 millones de tarjetas que circulan por el mundo.



CPU en las operaciones internas de comprobación, control y cálculo; la unidad ROM, que contiene el sistema operativo de la tarjeta; la memoria EPROM (no reescribible) que contiene información fija y la memoria EEPROM (reescribible), que contiene datos variables.
La memoria de estas tarjetas se divide a su vez en cinco áreas de trabajo: confidencial, que contiene las claves de acceso a la tarjeta y que controla el microprocesador; de estado, donde se archiva cada petición de acceso a la tarjeta, quedando un registro de los errores eventuales o intentos de fraude; de transacciones, sobre la que se puede volver a escribir y que corresponde a la parte de la memoria donde se registra cada petición o acción realizada por el titular; libre, que es la única zona que contiene datos no protegidos escritos durante la personalización de la tarjeta y para la que sólo se permite un acceso de lectura; y, por último, de servicio, que contiene los parámetros de formato y autocontrol de la tarjeta.

Qué incorpora el microprocesador

1 VCC (Terminal de voltaje del circuito eléctrico)
Se trata de la terminación del enlace con la energía eléctrica que hace funcionar el chip. La energía eléctrica necesaria para el correcto funcionamiento de una tarjeta normal con microprocesador es de cinco voltios.

2 RST (Terminal de señal de corrección, Rest)
La energía eléctrica introducida en el circuito se presentaría de forma 'desordenada' (con velocidades violentas), dentro del microprocesador que incorpora el chip, si no fuera corregida por una señal que recibe esta terminación y que se encarga de dirigir el sistema.

3 CLK (Terminal de señal de control, Clock)
El microprocesador que incorpora el chip no funciona si no se le suministra de forma constante una señal de frecuencia. Esta terminación es la que recibe dicha señal.

4 y 8 RFU (Reservados para usos futuros)

5 GND (Terminal de 'tierra')
Se trata de la parte correspondiente a lo que se conoce como 'tierra', es decir, el otro polo del circuito eléctrico de alimentación

6 VPP (Terminal de voltaje para el mantenimiento de los programas)
Es una terminación que recibe el abastecimiento eléctrico de alto voltaje necesario para el registro de informaciones en la memoria de la tarjeta. Muchas tarjetas incorporan en su lugar un dispositivo que aumenta automáticamente el voltaje a partir de una fuente mínima de cinco voltios, por lo que no utiliza este tipo de terminación

7 I/O (Terminal de entrada y salida)
Es la 'puerta' por la que entran y salen todas las informaciones en el circuito



Los motores que

▶ No consiguen eliminar totalmente las emisiones de gases, pero consiguen reducir enormemente los 'malos humos' del automóvil. Deben su nombre de híbridos a que su grupo propulsor resulta del agrupamiento de un motor de combustión interna, gasolina o diesel, y un motor eléctrico.

POR SERGIO PICCIONE

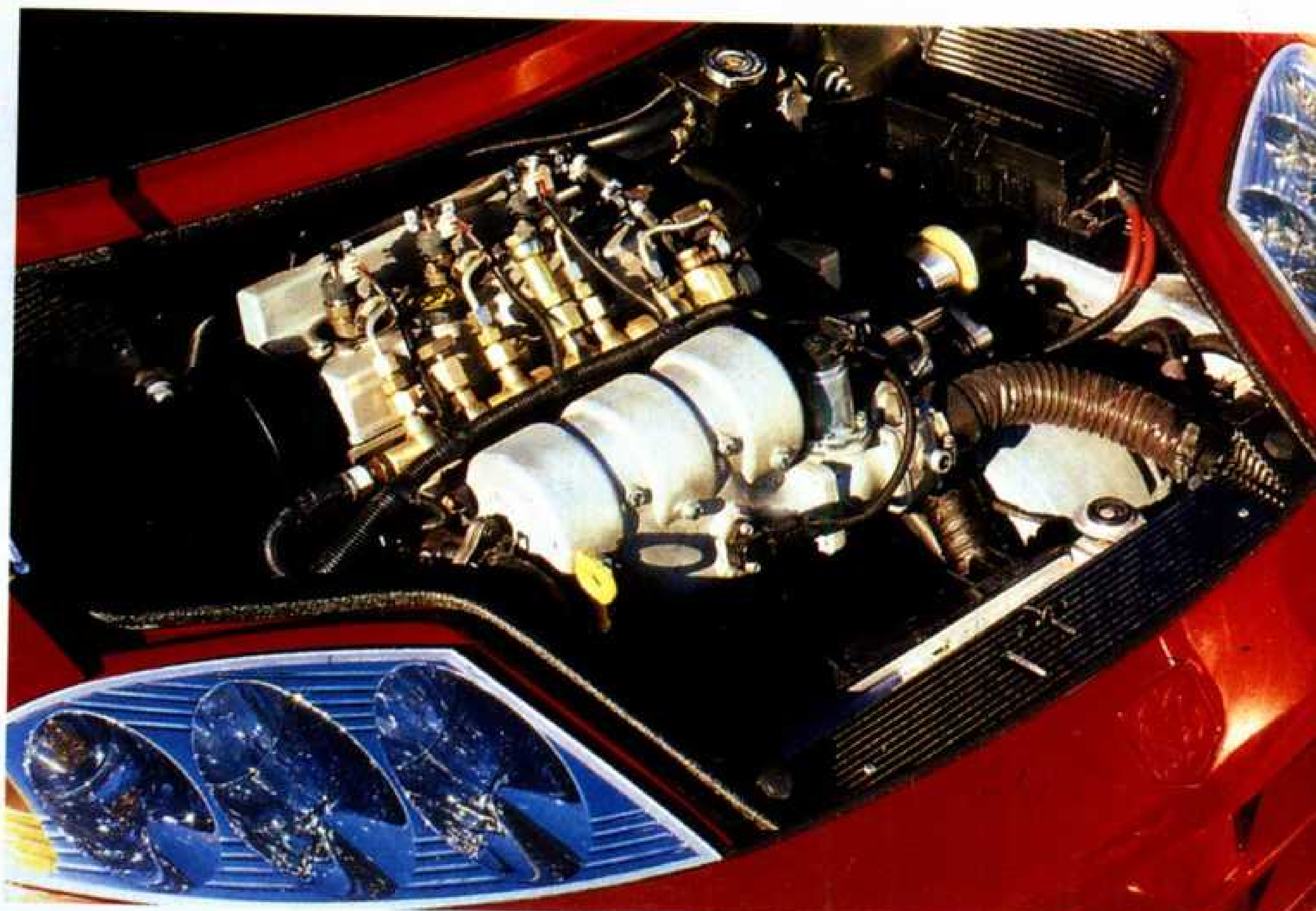
No han acabado de convencer a la Agencia Nacional del Medio Ambiente norteamericana, obsesionada por los coches eléctricos, pero son la aproximación más realista a un automóvil de emisiones muy bajas. Consiguen mantener un buen nivel de prestaciones, tienen una autonomía similar a la de los vehículos equipados con motor diesel y no necesitan de infraestructuras nuevas como los coches eléctricos para recargar las baterías. Toda una serie de circunstancias que hasta ahora han hecho que el usuario rechace el coche eléctrico. La idea no es nueva y la puso en marcha Volkswagen a comienzos de la década de los 80. Un grupo de sus técnicos tuvo la idea de acoplar un motor eléctrico al diesel de un Golf, al que dotaron también de un generador de alta eficiencia y de un conjunto de baterías. Se pensaba en que el coche utilizara el motor diesel en sus desplazamientos por carretera, en donde se necesitan mejores prestaciones y mayor autonomía, y que, una vez en la ciudad, pudiera des-

continúa en pág. 126

CONJUNTO TECNOLOGICO
Chrysler, en su SX2, ha dado solución a todos los problemas que dan lugar a emisiones altas. El motor diesel consume menos, el cambio manual tiene menos pérdidas de potencia y el plástico de la carrocería ahorra peso y permite ofrecer más espacio para pasajeros y carga.

bajan los humos





conectarse y seguir funcionando con el motor eléctrico. Éste era alimentado por la energía acumulada en las baterías que se recargaban, mientras se rodaba en carretera, con el motor de combustión. Las baterías se podían recargar enchufando el coche a la red del garaje. A este tipo de híbridos se les denomina 'en paralelo'.

Posteriormente, en Japón, algunas marcas, como Daihatsu, desarrollaron el sistema denominado 'en serie'. Lo pensaron para minicoches ciudadanos y consistía en un pequeño motor, de menos de 500 centímetros cúbicos, que accionaba un generador capaz de alimentar una pequeña batería de pilas que a su vez hacía funcionar a un motor eléctrico que accionaba las ruedas. Estos dos sistemas no han dado respuesta al pliego de condiciones que debe cumplir un automóvil moderno. Algo a lo que sí parece responder la reciente combinación de estos motores que les permite que puedan funcionar conjuntamente en función de las necesidades del conductor.





Los más próximos

• **El primer fabricante japonés** ha sido pionero en comercializar un coche de estas características. La firma Toyota lo ha hecho en Japón, a un precio equivalente a dos millones y medio de pesetas (incluyendo ABS, navegación vía satélite y aire acondicionado), donde se han superado sus previsiones más optimistas (1.000 unidades al mes).

El conjunto mecánico lo forma un motor de gasolina de 1,5 litros y 58 caballos de potencia, muy ligero, con cuatro válvulas por cilindro y unas pérdidas de energía interna mínimas por el bajo peso de las bielas y los pistones. Va acoplado a otro eléctrico, con una potencia máxima de 40 caballos, que se suma al de gasolina en las aceleraciones. De este modo se logran, con una potencia de casi 100 caballos, los consumos de gasolina y por tanto sus emisiones de una de 50. El conjunto se completa con unas baterías de níquel, que pesan unos 70 kilos, y un generador de energía eléctrica que las recarga permanentemente. Esta mecánica híbrida, acoplada a un cambio automático, actúa de la siguiente forma: el sistema se activa al girar la llave de contacto, aunque el motor de gasolina no lo hace hasta que no se pisa el acelerador. En tráfico urbano, cada vez que se para ante un semáforo, se desconecta para evitar emisiones, volviendo a arrancar al pisar el acelerador. En esta primera fase de aceleración, el motor eléctrico añade su potencia. Una vez estabilizada la velocidad, deja de funcionar y se recargan las baterías a la espera de una nueva intervención si, por ejemplo, se demanda más potencia para adelantar.

Chrysler ha optimizado el conjunto mecánico. Emplea un motor turbodiesel de 1,5 litros, con 74 caballos de potencia, y otro eléctrico, de 20, que actúa en las aceleraciones. Los principios de funcionamiento son los del Prius con una diferencia: el empleo de un cambio manual, accionado electrónicamente. Pero además, a diferencia de Toyota, ha creado un coche de materiales ligeros, que ofrece más habitabilidad sin penalizar las prestaciones. El SX2, que es como se llama el modelo, mantiene la línea de las últimas berlinas grandes de la marca, pero su aerodinámica ha sido cuidada hasta alcanzar un coeficiente inferior en un 30%. La carrocería de plástico tiene una capacidad de absorción de impactos muy próxima a la de los coches convencionales.





REALIDAD TANGIBLE
El Toyota Prius es un producto adquirible. Al menos en Japón. La marca piensa ya en los mercados europeo y norteamericano, para los que está modificando ligeramente el conjunto mecánico, habida cuenta de las mayores velocidades a que se circula en ambos mercados.

Tras las huellas del oro rojo

Es el vehículo que transporta oxígeno a todas las células, el oro líquido que posibilita la vida. La sangre, sin embargo, cumple otras funciones menos conocidas, pero igual de importantes. Pronto podrá ser sustituida por sangre artificial en las transfusiones de urgencia

POR MANUEL RAMPULLA

Al principio estaba el mar: en sus aguas se originaron los primeros seres vivos, y los organismos con estructuras simples intercambiaban las sustancias necesarias para la vida, gracias a su presencia.
Cuando la evolución desembocó en formas más complejas, incluso terrestres, surgió el problema de cómo nutrir a las células, cada vez más numerosas y, además, internas. Así nació y se desarrolló una solución genial: si cada célula perdía contacto con el mar externo que posibilitaba su existencia, habría que dejar fluir un *mar interno* que garantizara la alimentación de las células hambrientas, el sistema circulatorio. Por él transcurre la sangre, que constituye el medio indispensable para la supervivencia.
Desde tiempos remotos, aun sin tener conocimientos o certezas médicas, el ser humano siempre ha sido consciente de la estrecha relación que existe entre la vida y la presencia de sangre, tanto en las venas como en las arterias. En la actualidad, los científicos conocen su composición, su dinámica, sus variantes y sus funciones, es decir, la compleja relación que se establece entre la sangre y su *contenedor*, el organismo de los diferentes seres vivos. Estos conocimientos, que permiten salvar vidas humanas, están, hoy en día, cerca de incrementarse: la ciencia intenta traspasar una nueva frontera con la creación de sangre artificial.





UNA CASCADA DE VIDA
El incesante vaivén de los componentes de la sangre permite que el organismo viva, se adapte al medioy resista las agresiones externas.

El cóctel de la vida

La existencia de los seres superiores que pueblan la Tierra se encuentra estrechamente ligada a su *mar interno*. Por el interior de su cuerpo circula un líquido templado, parecido al agua marina en su composición mineral, que constituye un 65% de su peso. Este líquido se subdivide en sangre y linfa, y desde tiempos remotos ha sido considerado como la esencia de la vida.

En un hombre de 65 kilos, el conjunto que forman la sangre y lal linfa representa unos 42 kilos, pero la sangre que circula es sensiblemente menor: apenas cinco litros. Sangre roja, pero con dos tonalidades bien distintas: rojo brillante cuando está bien oxigenada (la sangre que circula por las arterias) y rojo oscuro si tiene poco oxígeno (la de las venas). En este fluido viscoso encontramos, sumergidos en la parte líquida (el plasma), numerosos corpúsculos: los glóbulos rojos (eritrocitos), los glóbulos blancos (leucocitos) y las plaquetas (trombocitos), que juntos constituyen más del 45% de la masa total.

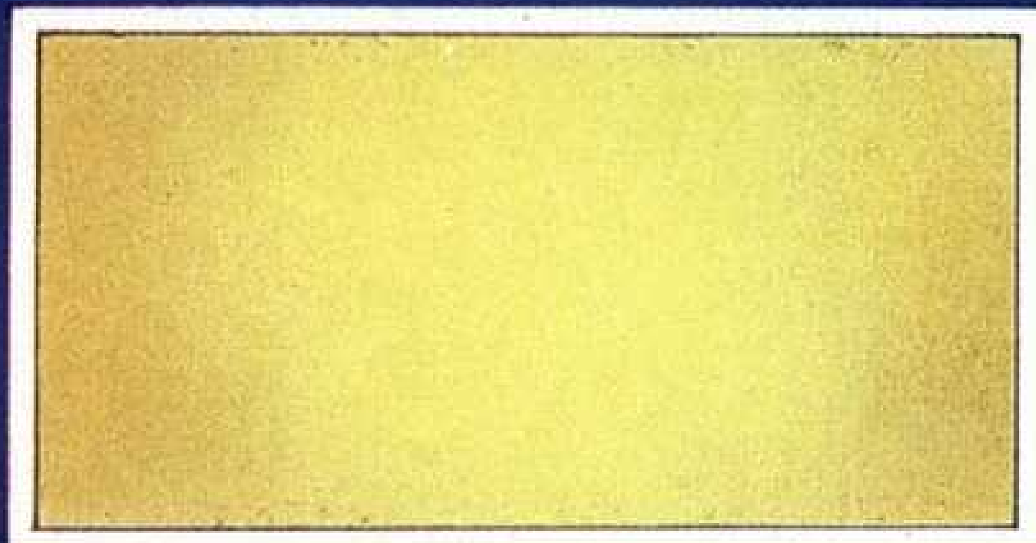
El plasma, que representa un 55% del total de la sangre, es un cóctel formado por un 91% de agua, un 7% de proteínas como la albúmina, la globulina y la fibrina, y un 2% de moléculas de pequeño tamaño (iones), como sodio, potasio y calcio.

Los corpúsculos son muy numerosos: cinco millones por milímetro cúbico de glóbulos rojos, tantos que determinan el color de la sangre; de 200.000 a 400.000 en el caso de las plaquetas, y de cuatro a ocho mil de glóbulos blancos por milímetro cúbico. Cada tipo desempeña una función esencial y, en los individuos sanos, la proporción de estos componentes se mantiene, por lo general, constante.

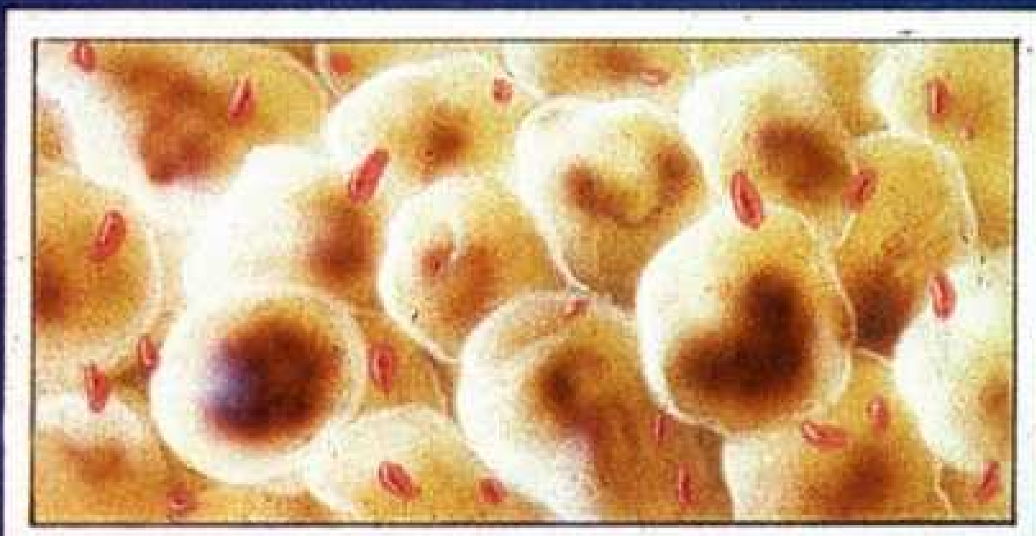
¿Qué ocurre cuando la sangre coagula?

Una muestra de sangre que se mantiene en reposo durante unos minutos se transforma en una masa gelatinosa: el coágulo. Éste expele suero, un líquido claro y amarillento parecido al plasma, del que sólo se diferencia por que no tiene fibrógeno, una proteína que, transformada en fibrina, controla la coagulación. En el coágulo quedan los glóbulos blancos y las plaquetas, a los que se asocia la fibrina, y los glóbulos rojos que, por ser más pesados, se depositan en el fondo.

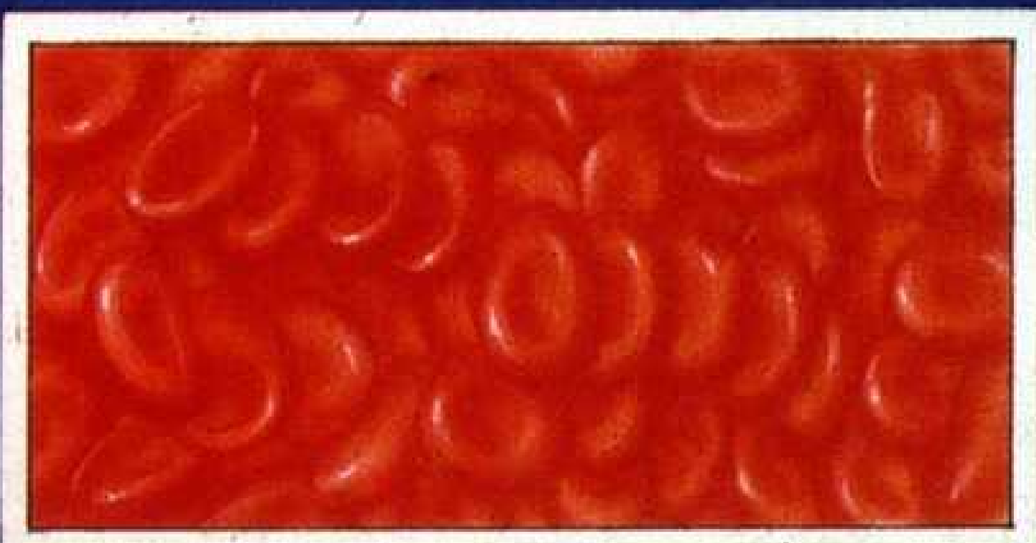
El suero. Es un líquido claro y amarillento, compuesto por proteínas y sales inorgánicas.



Glóbulos blancos y plaquetas. También denominados leucocitos y trombocitos, constituyen la parte superior del coágulo.



Glóbulos rojos. Confieren a la sangre su color rojo. Son los elementos de mayor peso, por lo que se depositan en el fondo del coágulo.

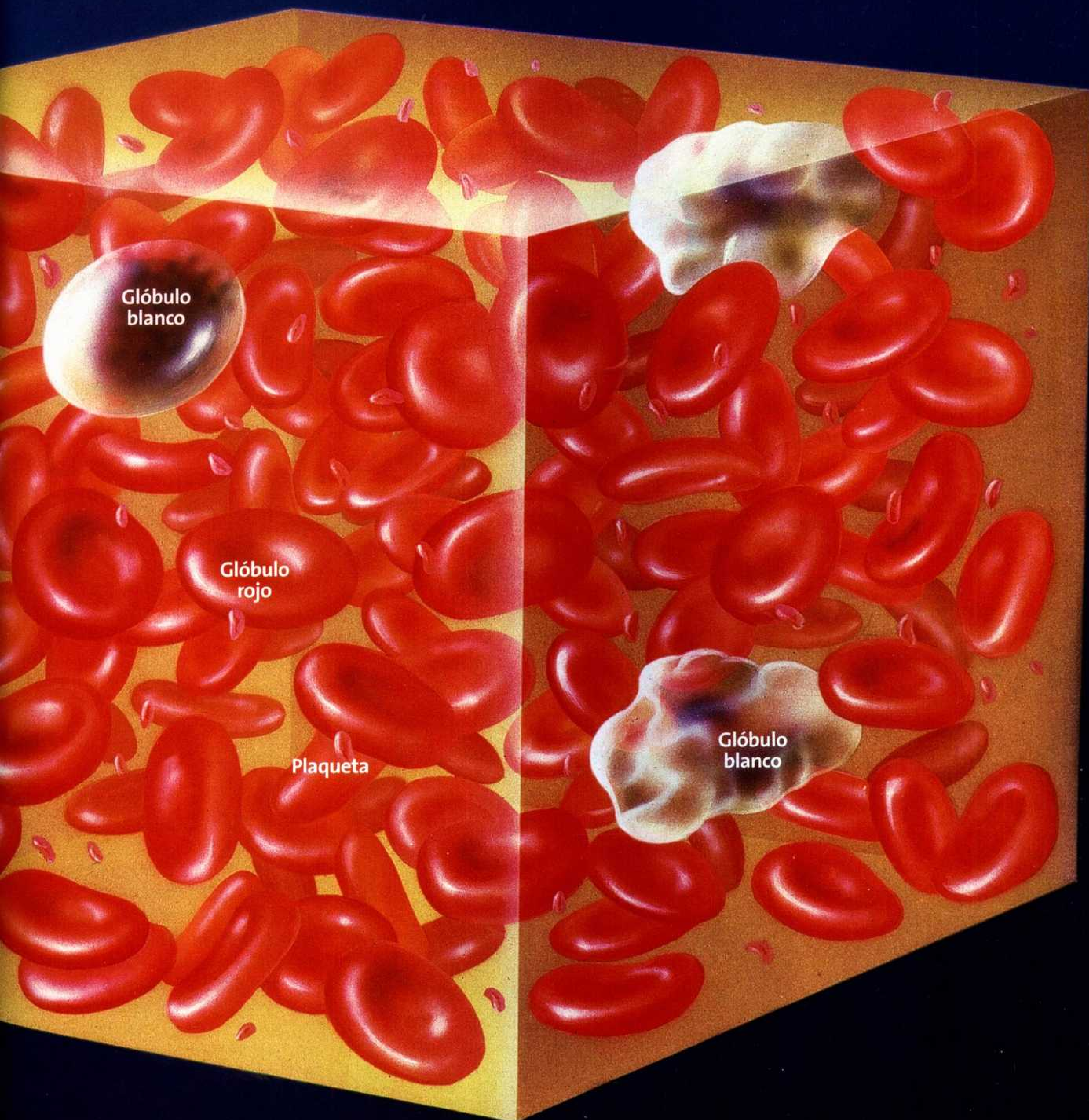






UNA GOTA DEL MAR DE LA VIDA

Este es el aspecto de una gota de sangre, el *mar interno* de la vida. Representado en la ilustración como una sustancia homogénea, el plasma contiene, sin embargo, proteínas, sales inorgánicas y azúcares en forma de microelementos y hormonas fundamentales para la regulación de los organismos vivos. Además, en el plasma flotan glóbulos y plaquetas. Los glóbulos rojos y los blancos están reflejados de forma proporcional. Al ser más numerosos, los glóbulos rojos determinan el color de la sangre. El número de plaquetas (que aparecen en la imagen como pequeños fragmentos) siempre es mayor que el de glóbulos blancos, pero menor que el de rojos.



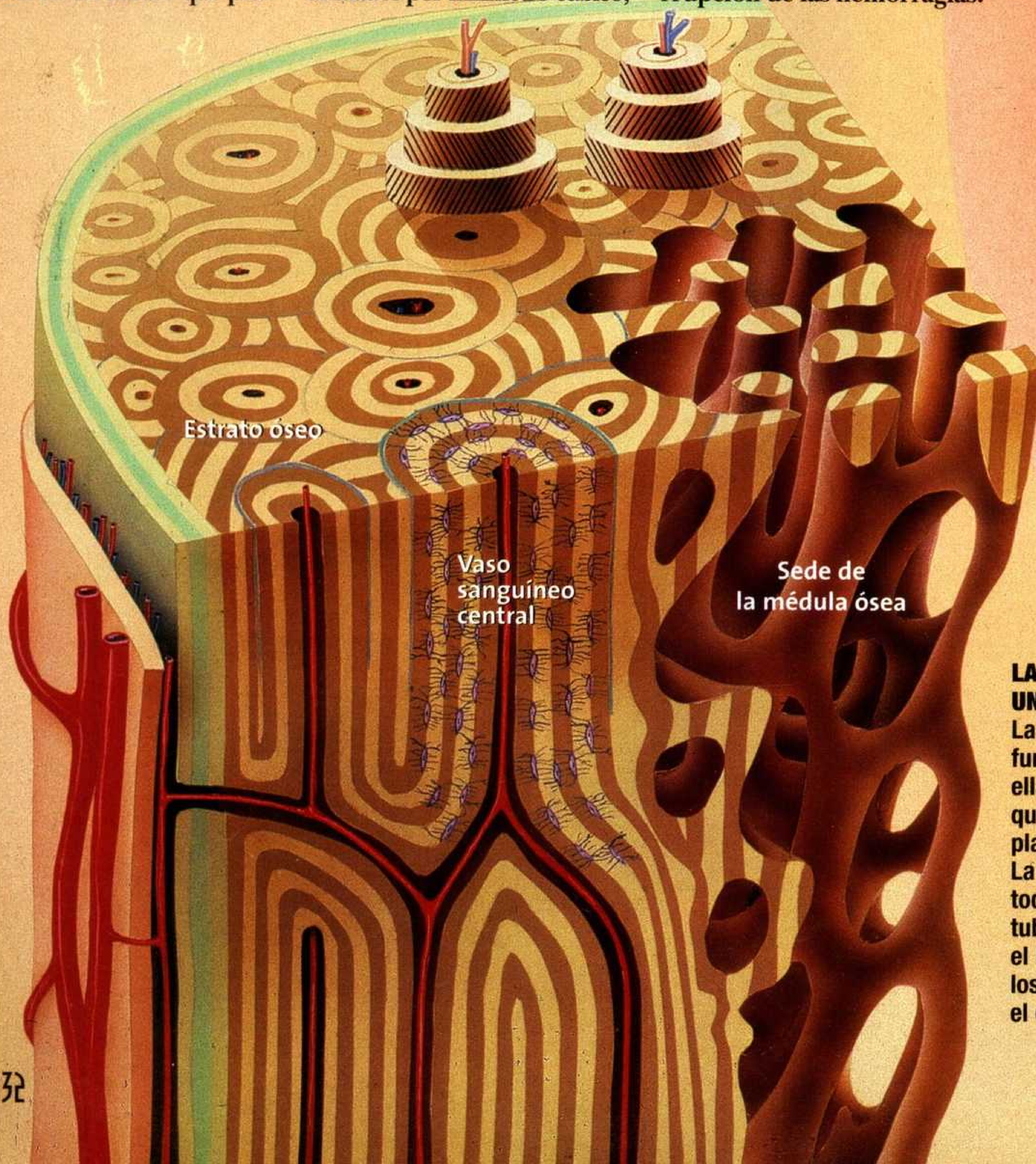
Hijos de la médula

En la médula ósea se encuentran las células madre que producen de forma continua los corpúsculos de la sangre. Estas células generan hijos tan diversos y distintos como los glóbulos rojos, las plaquetas y los glóbulos blancos.

Si pusiéramos en línea las series de glóbulos rojos que existen en el cuerpo humano –de 0,002 mm de espesor y ocho de diámetro–, formarían un cinturón capaz de dar cuatro vueltas y media alrededor de la Tierra. Los glóbulos rojos suelen tener forma redondeada, constan de un núcleo que pierden al madurar y presentan una importante condensación de hemoglobina en el centro. Ésta es la sustancia encargada de recoger el oxígeno cuando los glóbulos rojos pasan por los pulmones y de transportarlo después a los tejidos. Este trabajo constante supone un gran esfuerzo y envejece a los héroes rojos, que acaban siendo destruidos por el bazo.

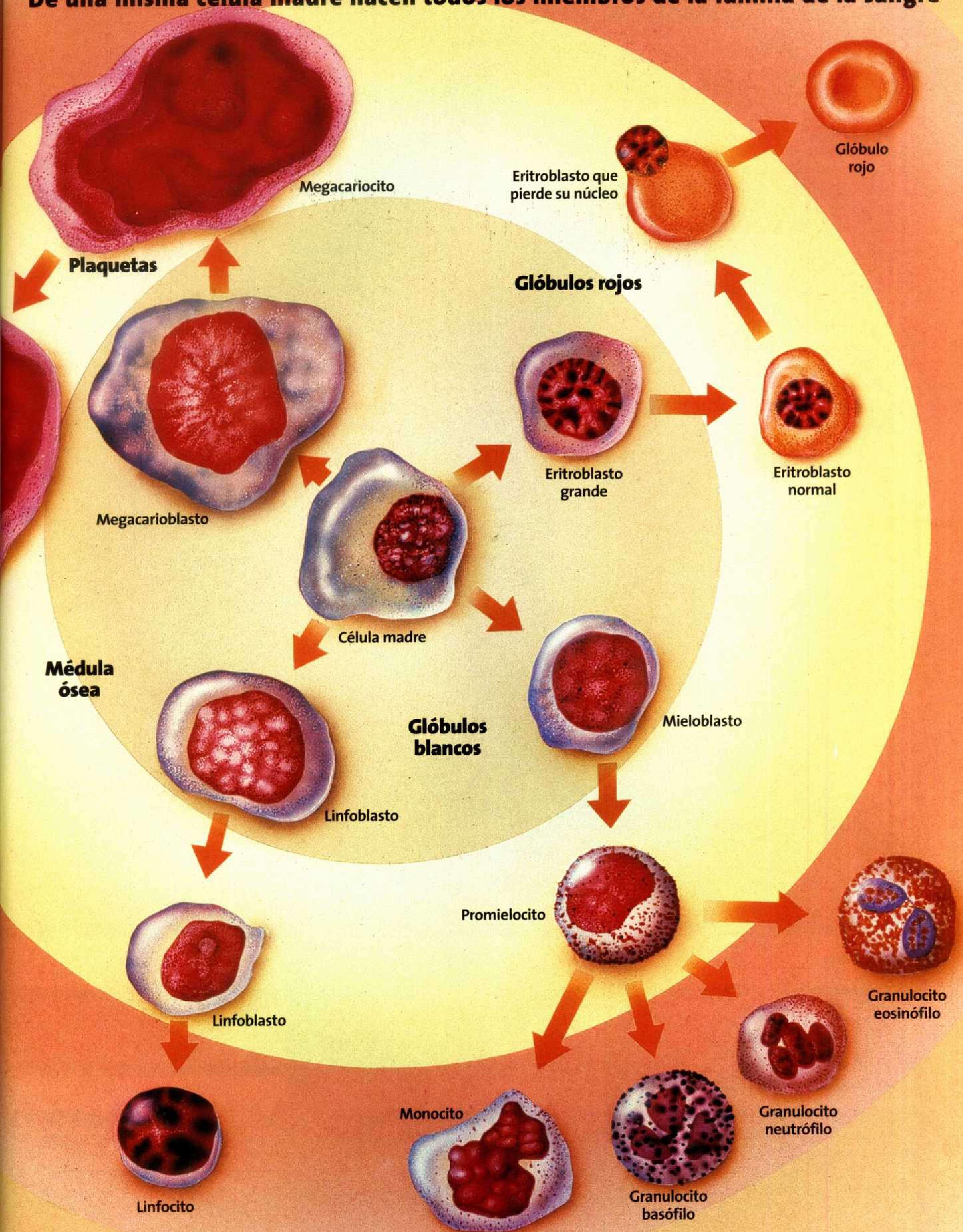
Los glóbulos blancos, más ligeros y complejos, se mueven en todas direcciones entre la masa de glóbulos rojos, gracias a su mayor tamaño. Son relativamente pocos, de 4.000 a 8.000 unidades por milímetro cúbico, aunque esta cantidad se dobla durante el periodo fetal. Los glóbulos blancos se especializan y se dividen en granulocitos (neutrófilos, basófilos y eosinófilos), que tienen naturaleza granular, y linfocitos y monocitos que carecen de gránulos. Este variado ejército blanco agrede y destruye los agentes externos, como las bacterias, y potencia los factores inmunológicos.

Las plaquetas o trombocitos miden entre dos y tres milésimas de milímetro, y juegan un papel fundamental en la hemostasia, es decir, la interrupción de las hemorragias.



LA MÉDULA ESCONDE UN EJÉRCITO DE CÉLULAS
La médula ósea cumple una función básica para la vida. En ella residen las células madre, que producen glóbulos rojos, plaquetas y glóbulos blancos. La médula es muy activa, sobre todo en el interior de los huesos tubulares como el fémur y el húmero, pero también en los huesos del tronco, como el esternón y las costillas.

De una misma célula madre nacen todos los miembros de la familia de la sangre



Cuando se rompe un vaso

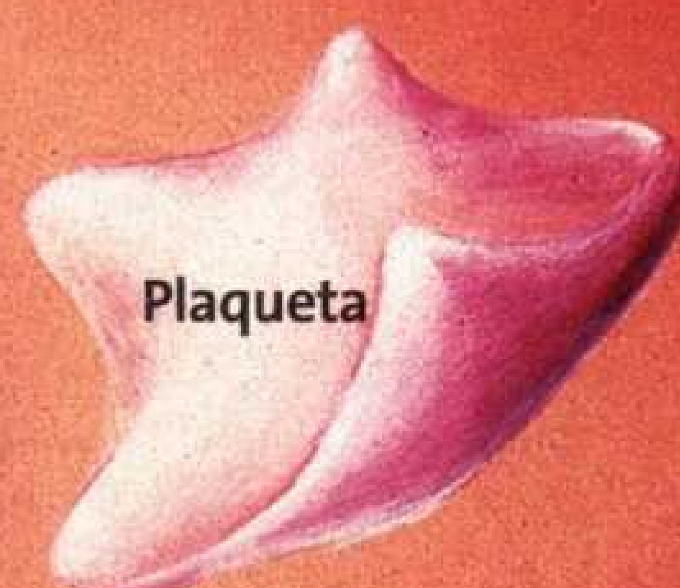
Siempre que una herida sangra, el organismo entra en estado de alerta y se dispone a frenar la hemorragia con sus propios medios. Sin embargo, en algunos casos, como en las personas que padecen hemofilia, los mecanismos de reparación natural no funcionan correctamente. Los valiosos obreros de la construcción corporal que se encargan de paralizar las hemorragias son las plaquetas y el factor de coagulación.

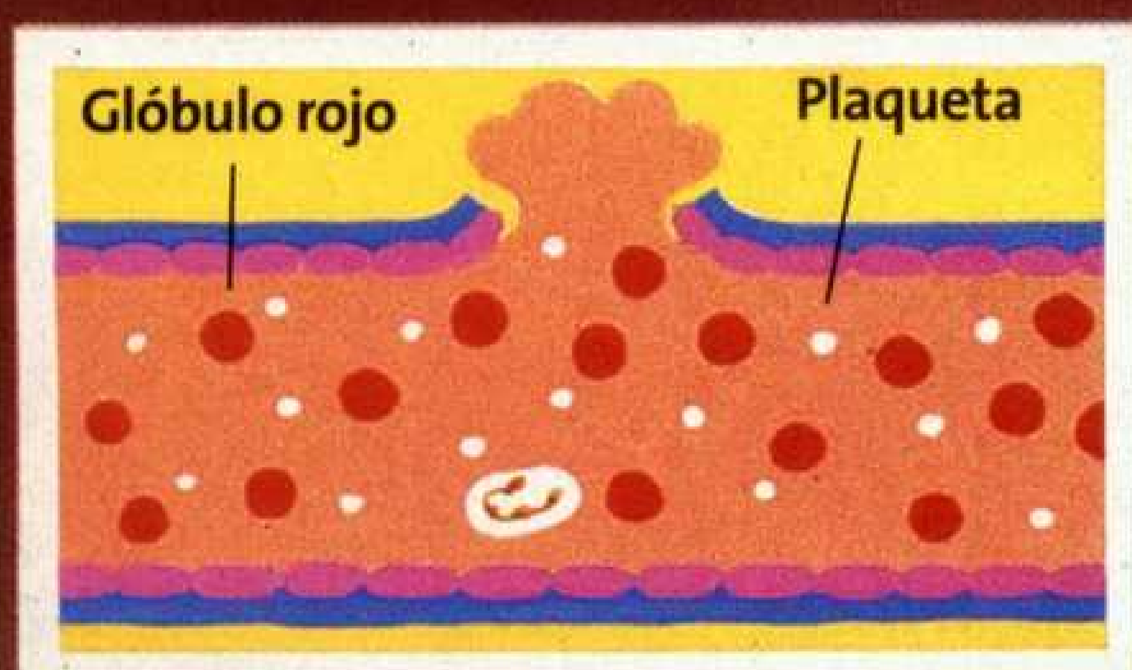
Las plaquetas o trombocitos son unos corpúsculos sanguíneos, fragmentos de células mayores, los megacariocitos, presentes en la médula ósea. En un milímetro cúbico de sangre hay entre 200.000 y 400.000 plaquetas.

En el momento en que un vaso sanguíneo sufre un daño, sea cual sea la causa, estos corpúsculos, cuyo exterior transparente deja traslucir su estructura granular interna, intervienen de dos formas distintas con una rapidez increíble. Las plaquetas se alinean y se agregan de forma mecánica en contacto con la zona donde se ha localizado la hemorragia. A esta intervención se suma la de las enzimas que participan en el proceso de coagulación o la serotonina, que facilita la contracción de los vasos.

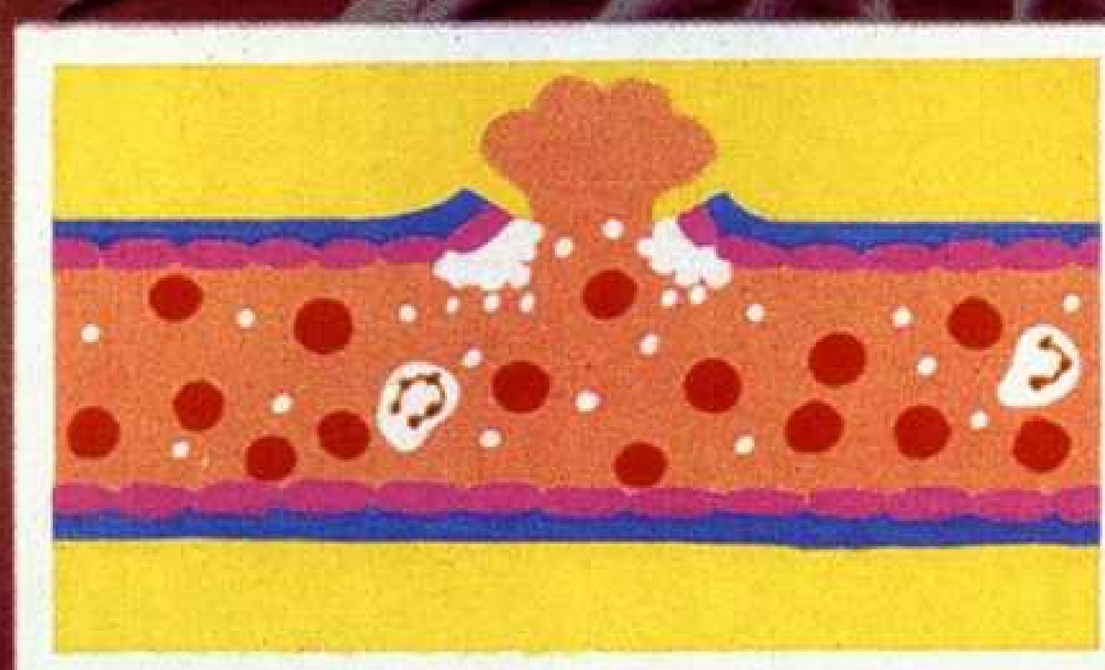
En este proceso, las plaquetas cuentan con la ayuda del factor de coagulación, que, gracias a la enzima denominada trombina, transforma el fibrógeno en fibrina: así nace la *trampa* en la que quedan atrapadas las células de la sangre, como peces en la red de la coagulación. La barrera semisólida de plaquetas agregadas y sangre coagulada paraliza la hemorragia.

Tras la hemostasia, es decir, la detención de la hemorragia, la fibrina se funde y la pared interna del vaso sanguíneo vuelve a quedar lisa en una reparación que no deja cicatrices.

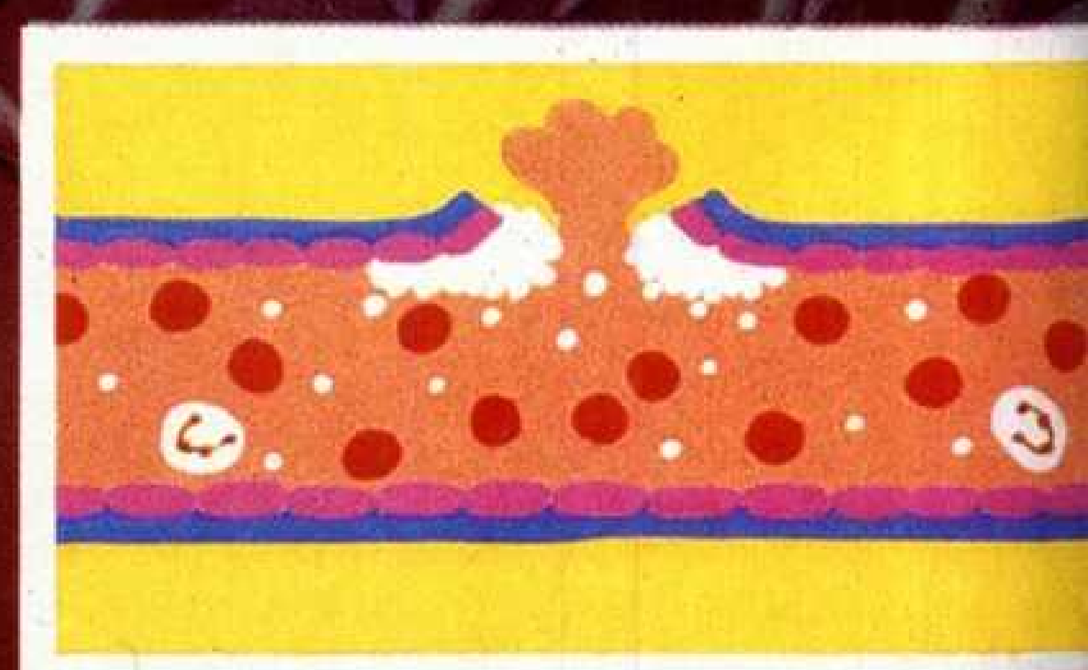




La sangre brota de la herida. Cuando uno de los vasospor los que viaja la sangre se daña, ésta sale al exterior: se produce la hemorragia.



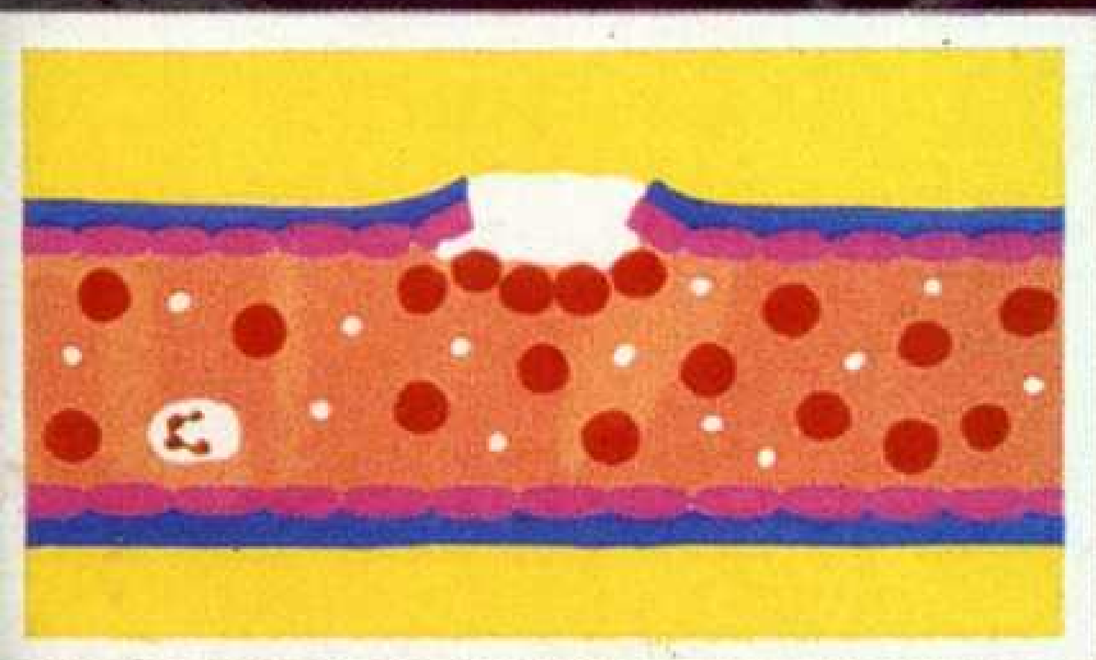
Las plaquetas entran en acción. La variación del flujo de sangre hace que el vaso se contraiga y las plaquetas empiecen a adherirse a sus fibras.



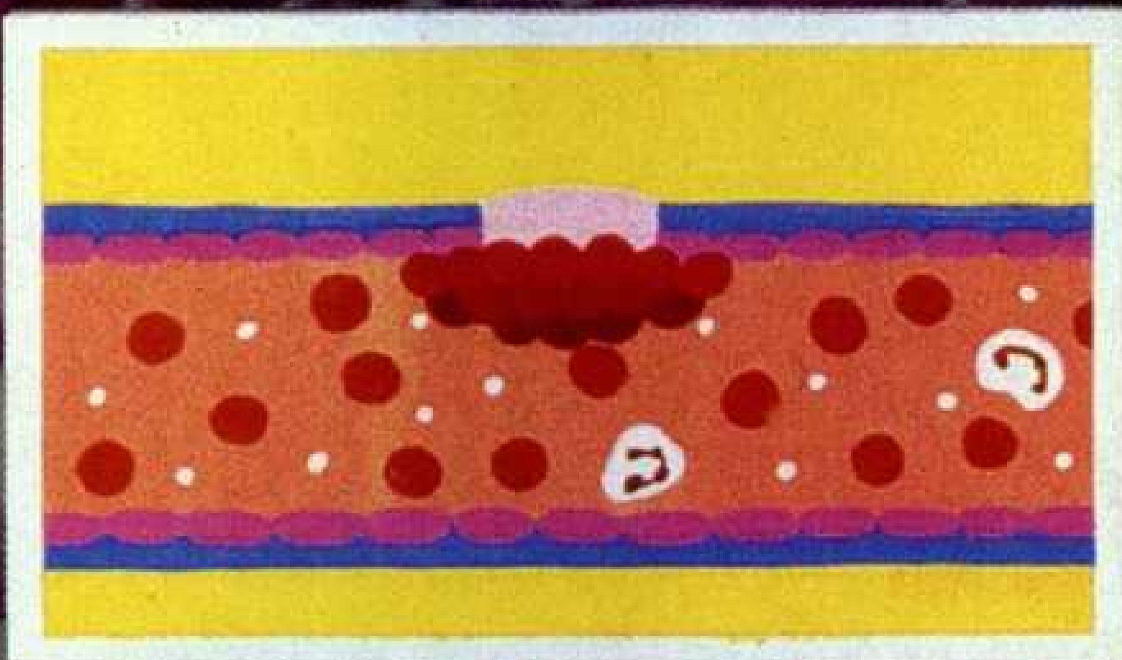
La primera barrera contra la hemorragia. Plaquetas y glóbulos rojos segregan ADP (ácido adenosindifosfato) y se agregan: así se empieza a frenar la hemorragia.



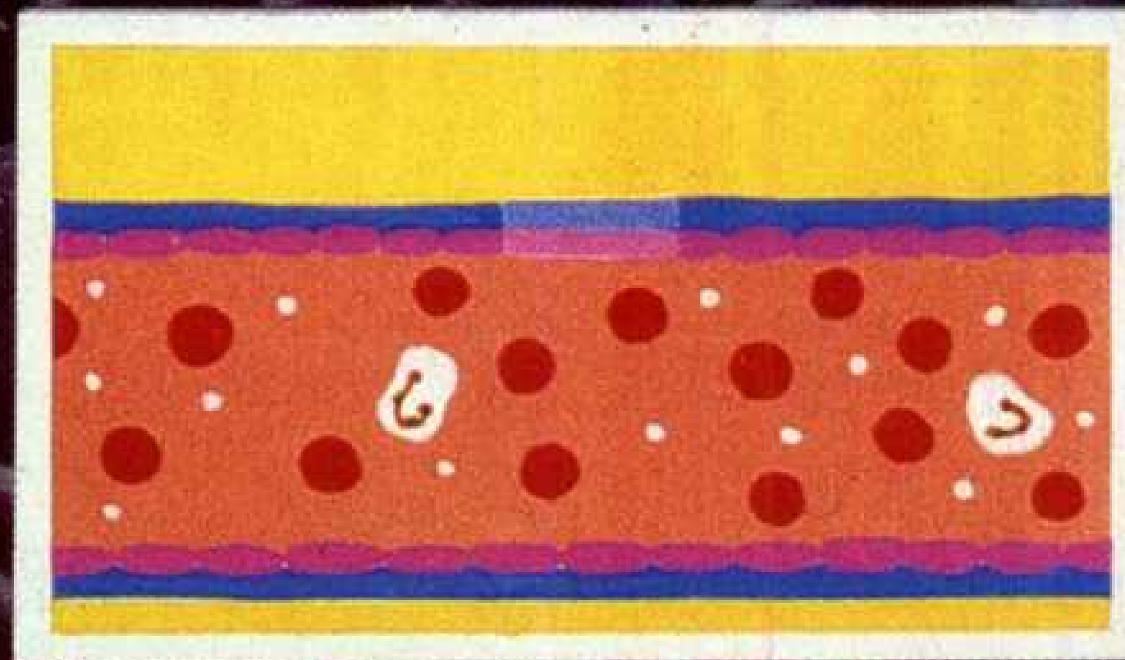
Plaqueta
agregada



Trombo blanco en primera línea.
El amasijo de plaquetas agregadas (el trombo blanco) detiene temporalmente la hemorragia, pero no siempre es suficiente.



El trombo rojo de la seguridad.
Al transformarse en fibrina, el fibrógeno del plasma forma una red en la que las células quedan atrapadas, se coagulan y forman un grumo, el trombo rojo.



Último acto: reparación del vaso.
Una vez terminada la hemostasia, el trombo se disuelve para expulsar la fibrina: el vaso sanguíneo vuelve a su estado original.

Un circuito cerrado

Mientras existe vida, la sangre recorre continuamente todas las vías de nuestro cuerpo, ya sean principales o secundarias, hasta alcanzar los extremos periféricos. Empujada en su incesante ir y venir por el motor del corazón, la sangre se mueve por un circuito cerrado formado por los vasos sanguíneos: arterias, arteriolas y capilares para la ida; capilares, vénulas y venas para la vuelta. La circulación menor, es decir, el recorrido que la sangre realiza de los pulmones al corazón y viceversa para recoger el oxígeno y descargar el anhídrido carbónico, es muy breve. Mucho más largo y ramificado es el viaje de la sangre hacia todos los tejidos, denominado circulación mayor o sistémica. El corazón, lejos de la consideración de centro de emociones que tenía en la Antigüedad, es, en realidad, una bomba indiferente a los sentimientos; los pulmones son sus alimentadores de oxígeno y los cubos de descarga. En los capilares se añade una nota de color: cuando cede el oxígeno, la sangre recibe anhídrido carbónico y pasa del rojo encendido al rojo oscuro.

Transporta, barre, vigila

Protagonista absoluta

La temperatura interna del cuerpo humano debe mantenerse dentro de unos límites precisos para que la vida continúe. Éste es el ejemplo más claro de homeostasia, la característica que mantiene constantes las condiciones internas del organismo, con independencia del medio externo. La sangre realiza ésta y otras muchas funciones: es un tren cargado de nutrientes, funciona como escoba de desechos, defiende el organismo frente a las invasiones, regula la temperatura...

Transporte de oxígeno y anhídrido carbónico

La sangre se carga de oxígeno en los pulmones y lo lleva a los distintos tejidos del cuerpo a través de las arterias. El recorrido en el caso del anhídrido carbónico se invierte: de las células a los pulmones.

Transporte de desechos

Las sustancias inútiles, como la urea que se forma en el hígado, el ácido úrico y la creatinina, viajan hasta los riñones para ser eliminadas.

Transporte de hormonas

Formadas en gran parte de proteínas, las hormonas viajan a través de la sangre desde las glándulas endocrinas (hipófisis, tiroides, páncreas, suprarrenales, etc.) que las segregan hasta los tejidos de todo el cuerpo.

Regulación de agua, sal y acidez

El grado de acidez de la sangre se mantiene entre límites constantes gracias a su contenido en fosfatos y carbonatos. La sangre y el fluido intersticial intercambian agua y sal para regular la presión osmótica, es decir, la capacidad de entrar y salir de las células.

Regulación de la temperatura corporal


El agua, principal componente de la sangre, tiene una elevada capacidad térmica, de manera que su circulación equilibra el calor producido por el metabolismo de los tejidos, también en relación con la temperatura externa.

Acción defensiva

Los glóbulos blancos y los anticuerpos presentes en la sangre atacan a las sustancias extrañas, bacterias y virus que entran en el cuerpo, volviéndolos inofensivos.



UN VEHÍCULO SIEMPRE EN MARCHA
La ilustración muestra el recorrido que la sangre realiza entre los distintos órganos del cuerpo y todas las sustancias que transporta.



Cerebro
Hipófisis
Tiroides
Pulmón
Corazón
Estómago
Páncreas
Intestino
Riñón
Glándulas suprarrenales
Tejidos del organismo
Circulación arterial
Circulación arterial
Circulación venosa
Oxígeno
Anhídrido carbónico
Proteínas
Aminoácidos
Almidón
Glucosa
Glucógeno
Grasas
Ácidos grasos y glicerina
Urea

Todos los grupos, del A al 0

El historiador Tácito contaba de Petronio Arbitro, patricio romano autor del *Satiricón*, que se mató cortándose las venas para luego vendárselas y volver a cortárselas más tarde. Mientras tanto, hablaba con sus amigos. Entre los griegos y los romanos ya rondaba la idea de la transfusión, una idea que se mantuvo en el limbo hasta el siglo XVII y que empezó a parecer realizable después de que el médico inglés William Harvey (1579-1657) hubiera formulado la doctrina de la circulación de la sangre.



CONTRA ERRORES DRAMÁTICOS. En los recipientes siempre está marcado el grupo sanguíneo. Sólo el 0 puede administrarse a todos los individuos, con independencia del grupo al que pertenezcan.

Los primeros experimentos de transfusión condujeron a su autor, un galeno de la corte del Rey Sol, Jean Baptiste Denys, ante los tribunales. Por casualidad, Denys había tenido un primer resultado estimulante, el 15 de junio de 1667, al realizar la transfusión de tres onzas de sangre de cordero a un joven demente; sin embargo, en intentos sucesivos, no hubo más que problemas para los receptores. A pesar de la absolución de Denys, el desastre fue tal que se decretó la «prohibición absoluta» de esta «bárbara y canibalesca práctica».

Surge así un agujero negro de dos siglos y medio, hasta que, en el año 1900, en Viena, el bacteriólogo Karl Landsteiner observó el fenómeno de reacción que tiene lugar entre la sangre de distintas personas e identificó los grupos sanguíneos A, B, 0 y AB, por lo que obtuvo el Premio Nobel de Medicina en 1930. El científico señaló la clave que hacía posible la transfusión: la compatibilidad entre los diferentes grupos sanguíneos. Entre los europeos, el grupo más extendido es el A, y el menos común el 0 con Rh negativo. El carácter positivo o negativo del Rh, un elemento hereditario, constituye el otro gran descubrimiento del siglo. El responsable de este hallazgo también fue Landsteiner, en 1940. El factor Rh, llamado así por su similitud con un antígeno presente en el macaco Rhesus, es la base de la incompatibilidad, que aparece después del primer embarazo, entre la madre con Rh negativo y el feto con Rh positivo, causante de la enfermedad hemolítica del neonato.

Además de los grupos sanguíneos principales, en la actualidad se conocen unos 400 subgrupos (por ejemplo, M, N, P, Lutheran, Duffy, Kidd, Kell, Lewis, etc.), cuyo conocimiento es vital en los transplantes de órganos. Una gran compatibilidad es condición necesaria para evitar el tristemente famoso fenómeno del rechazo.

De la sangre al carácter: una alternativa al horóscopo

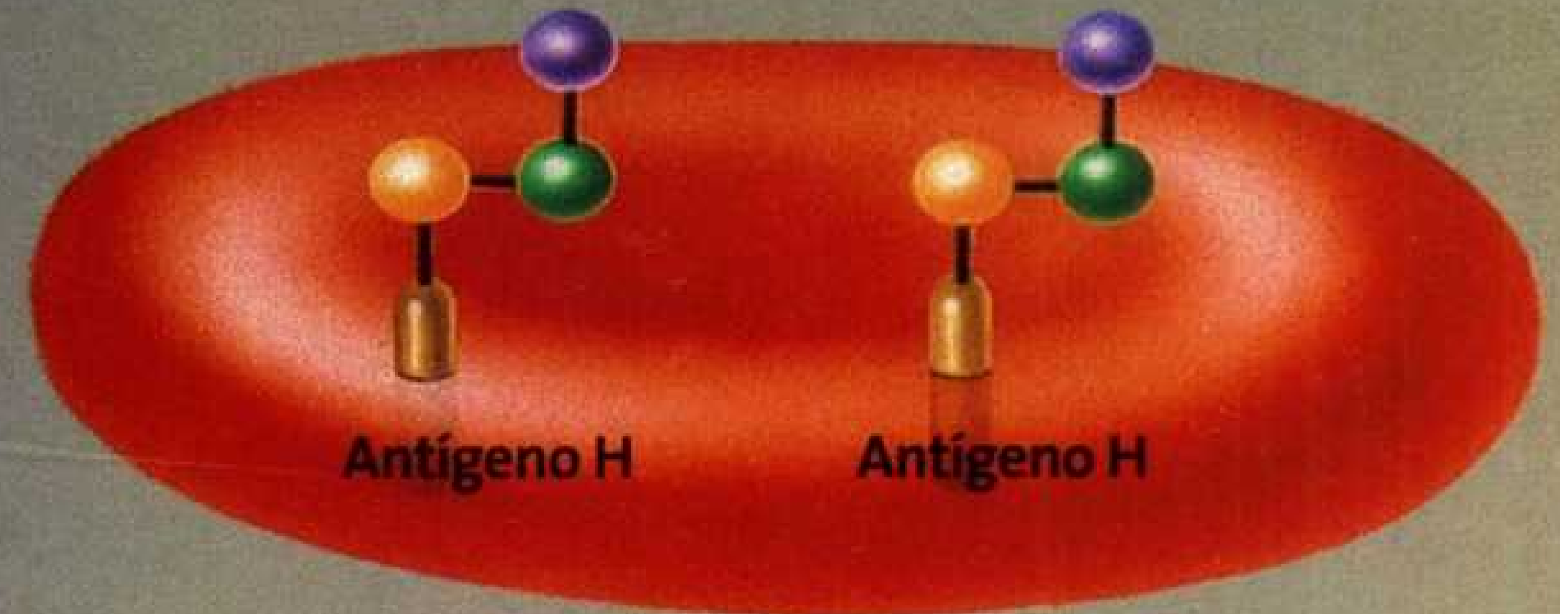
• La correspondencia entre el grupo sanguíneo y el carácter fue objeto de estudio en los años 80, pero carece de fundamento científico. Algunas de estas investigaciones aparecieron incluso en la prestigiosa revista Nature, aunque posteriormente las desmintió. En Japón, estas hipótesis tienen todavía adeptos. ¿Puede sustituir el grupo sanguíneo al signo del zodiaco?

Grupo O	Grupo A	Grupo B	Grupo AB
• Gran espíritu de juego • Odia dar su brazo a torcer • Romántico • Práctico en sus valoraciones y comportamientos • Forma de pensamiento lineal • Gran sentido de grupo • Prefiere el amor físico • Muy desconfiado • Buena opinión de sí mismo • Gran orador • Se guía por principios morales • Los sentimientos no le dejan mella • Gran conciencia social	• Siempre pendiente de los que le rodean y de su pareja • Busca serenidad • Intenta conocerse a sí mismo • Respeta las reglas y las costumbres • Ama el orden • Controla su comportamiento y sus expresiones • Ve el futuro con pesimismo • Se concentra en el pasado y sólo ve sus lados positivos • Perfeccionista • Perezoso • Es muy importante para él sentirse útil	• Individualista, odia las restricciones • Se expresa de forma complicada • Abre su corazón con facilidad • No se deja influir • No le importan las reglas ni las costumbres • Voluble en su comportamiento y sentimientos • Ama la precisión • Mentalidad práctica • Le interesan cosas muy distintas y tiene capacidad de concentración • Algo apegado al pasado • Optimista sobre el futuro • Carece de sentido de la familia	• Muy racional • Valora la opinión de los demás • Apasionado con sus amigos • Mantiene la distancia en las relaciones sociales • No aguanta la hipocresía • Gran capacidad de concentración, pero poca perseverancia • Tiene una gran predisposición a la fabulación, es muy imaginativo • Se centra en el lado lúdico de las cosas • Habilidad en la economía y capacidad para aprovechar las oportunidades. Gran calculador • Aspira a la estabilidad • Evita los conflictos

Cómo nacen y se diferencian los grupos sanguíneos

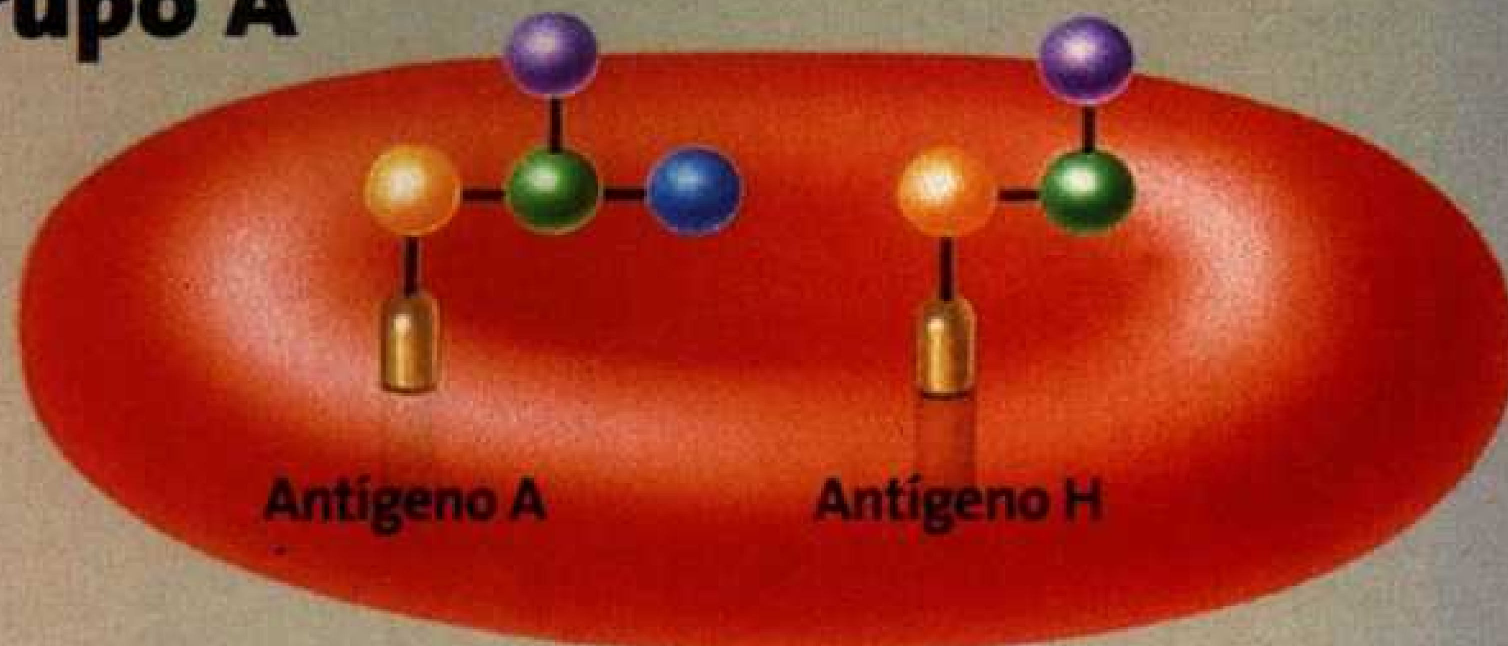
• **Los grupos sanguíneos** se distinguen por la presencia de varias proteínas denominadas antígenos en la superficie de los glóbulos rojos. La compatibilidad entre grupos está asociada a la que existe entre los correspondientes antígenos. En el grupo sanguíneo A está presente el antígeno A, en el grupo B el antígeno B y en el grupo AB ambos. El grupo O no tiene los antígenos A y B, sino el H, un antígeno muy particular que lo hace compatible con los demás. Por esta razón, aquellos que tienen el grupo AB pueden recibir sangre de otros grupos y los que pertenecen al grupo O pueden donar a todos, pero sólo aceptan la sangre de alguien con idéntico grupo. La ilustración muestra cómo se determina el grupo sanguíneo de un niño a partir de los de sus padres: la unión del grupo sanguíneo del padre con el de la madre forma el modelo genético que determina el del niño.

Grupo O

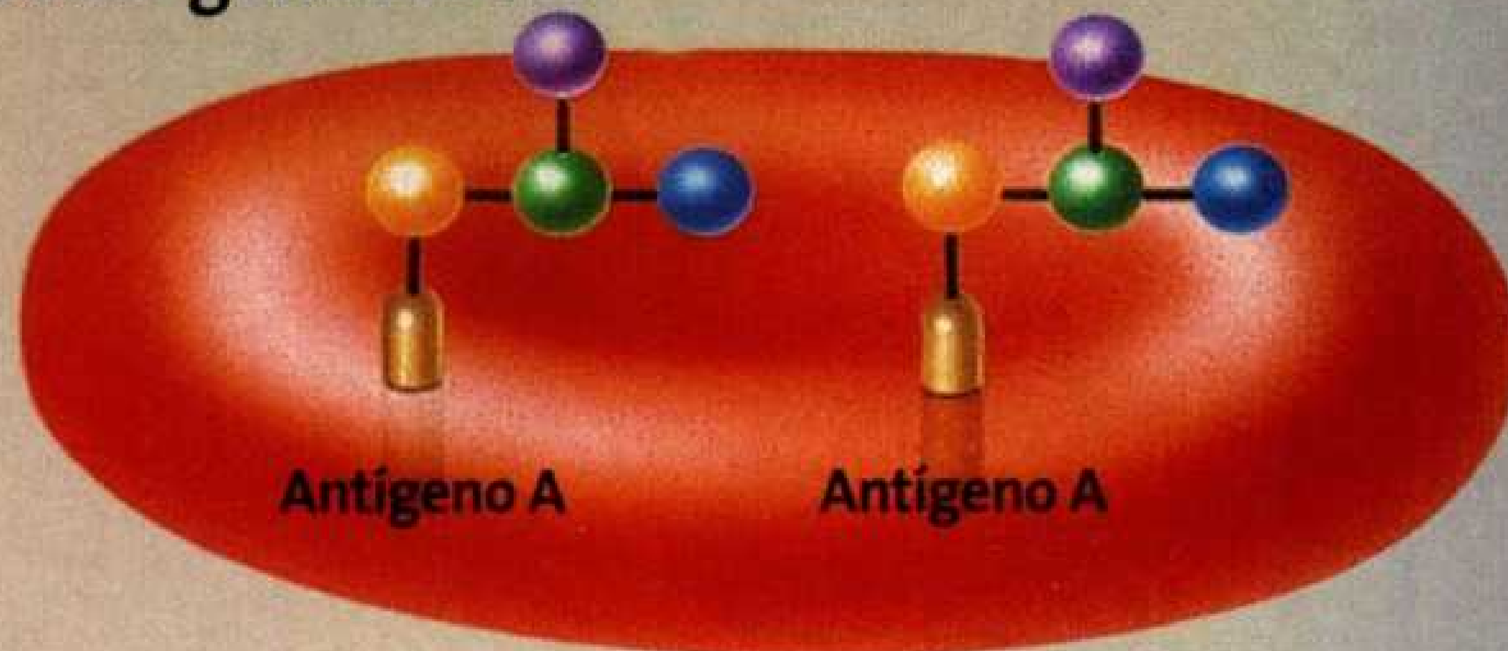


Modelo genético OO

Grupo A

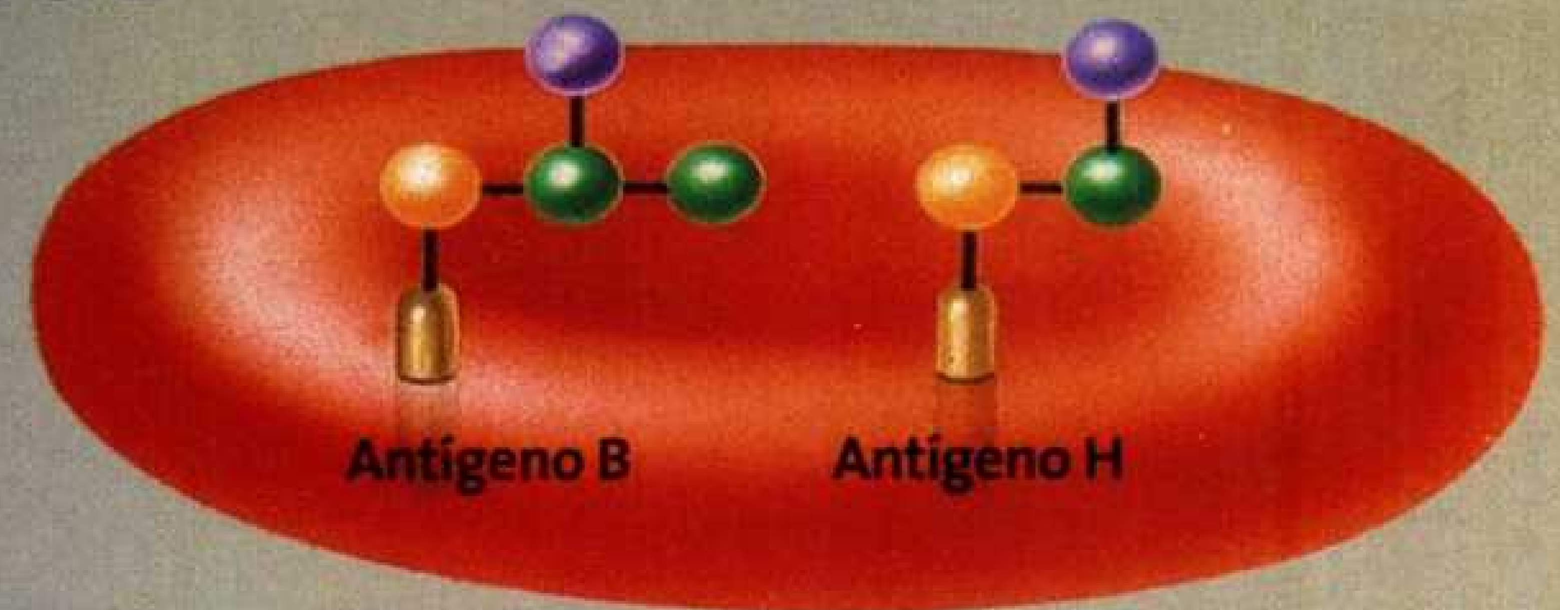


Modelo genético AO

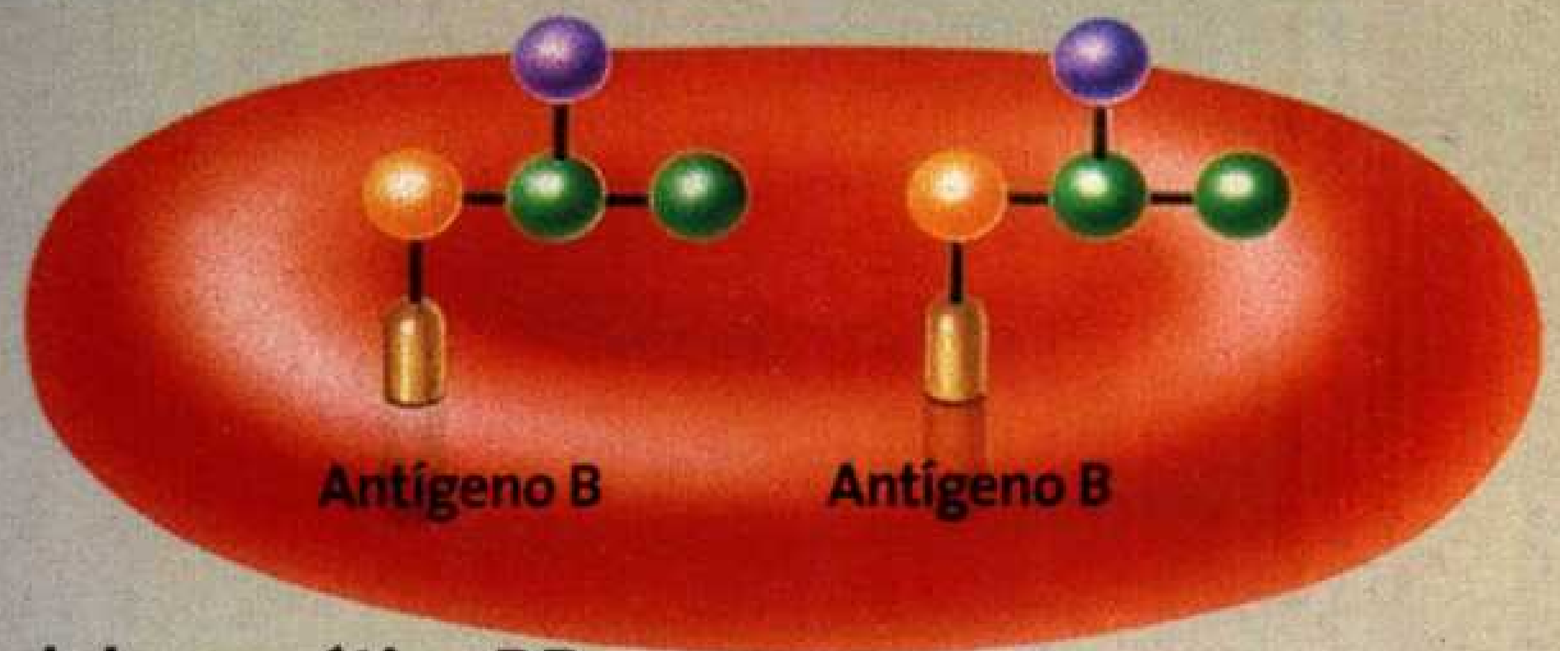


Modelo genético AA

Grupo B



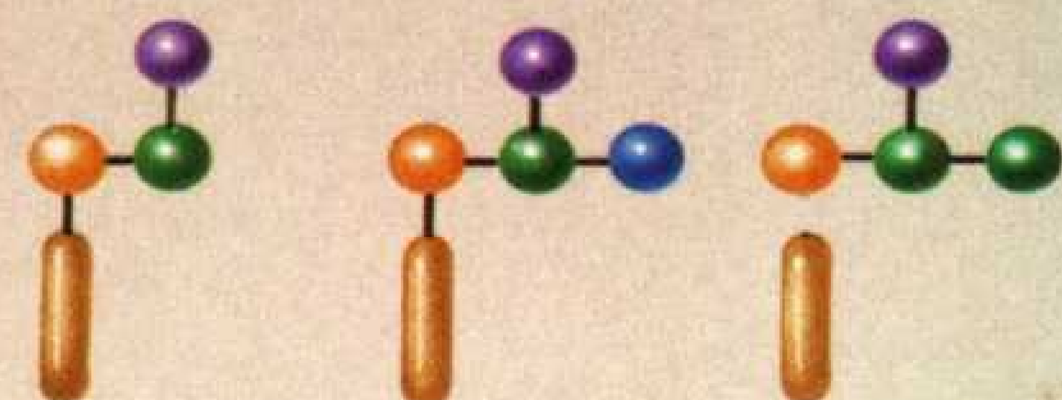
Modelo genético BO



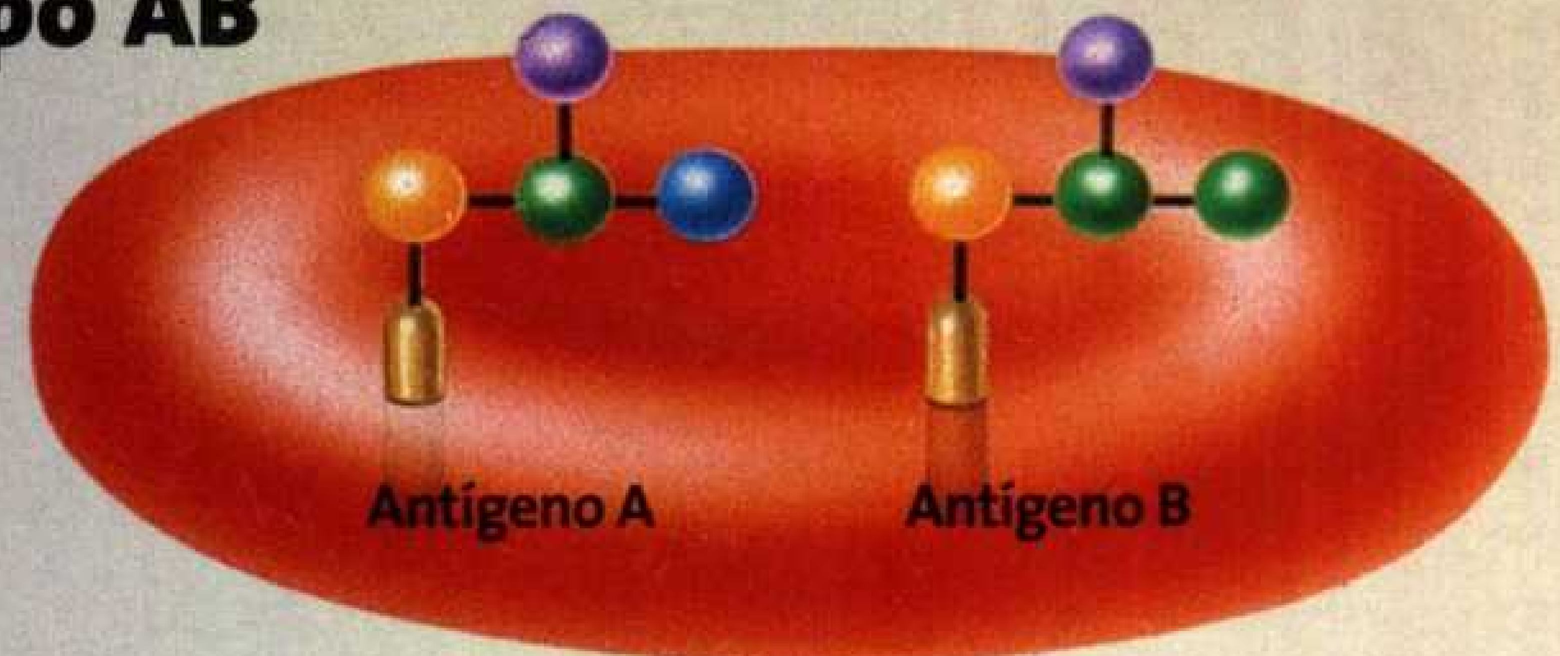
Modelo genético BB

La química de los antígenos de la sangre

Proteína
Fucosa
Galactosa
N-acetilglicosamina
N-acetilgalactosamina



Grupo AB



Modelo genético AB

La esperanza: sangre artificial

Aunque en la última década se ha anunciado a bombo y platillo, para luego perderse en la niebla de la desinformación, la sangre artificial ya no es ningún espejismo. La investigación, la experimentación y las colosales inversiones que se realizan en el panorama biológico-farmacéutico de los países industrializados han dejado claro cuál es el camino que hay que recorrer para convertir en realidad este sueño. Un sueño que, como las monedas del euro, presenta dos caras. En primer lugar, conseguir que siempre haya sangre disponible; en segundo, garantizar que sea compatible con el grupo sanguíneo del receptor y no esté infectada por los virus del SIDA o de la hepatitis. La operación sangre segura ya se realiza en muchos hospitales mediante el sencillo procedimiento de la autotransfusión. Este método consiste en tomar sangre al paciente antes de la intervención, para realizar luego la transfusión.

La autotransfusión es una práctica que contribuye a reducir la dramática necesidad de sangre, pero no siempre resulta factible. Es imposible, por ejemplo, en los casos de individuos ya debilitados o en los accidentados. Además, con la mejora de la asistencia sanitaria en los países subdesarrollados, la demanda de sangre está destinada a aumentar.

No basta con la sangre humana, aunque se conserve a largo plazo, se proteja, se purifique y se haga más segura mediante un proceso que permite usar sólo la hemoglobina: por desgracia, se trata de una molécula tan pequeña que es eliminada de inmediato por los riñones. En la actualidad, para evitar este inconveniente, se liga a las moléculas entre sí, se las une a macromoléculas de agua o se las encapsula en otras sustancias. Sin embargo, los resultados de estas prácticas aún no plantean un panorama demasiado halagüeño.

Bacterias, compuestos químicos, cerdos: nuevas fábricas de hemoglobina

Resulta mucho más innovadora la sangre artificial, que se está desarrollando rápidamente por caminos muy distintos. El objetivo es sustituir con un producto artificial la hemoglobina, el complejo de proteínas y hierro presente en los glóbulos rojos, responsable de la captura de oxígeno y de su reparto a los tejidos. Resolver este problema no es nada fácil, aunque en un reciente congreso sobre sangre artificial celebrado en Canadá se presentaron más de 110 ponencias al respecto.

Los primeros en experimentar con sangre artificial, hace 20 años, fueron los testigos de Jehová, que, por motivos religiosos, siempre han rechazado la transfusión de sangre de una persona a otra. La sangre del japonés Ryoichi Naito, el sujeto del experimento, era una emulsión de grasas (fosfolípidos) con moléculas de perfluorocarbono, denominadas fluosol, un buen portador de oxígeno. Sin embargo, el fluosol no está libre de efectos secundarios, como fiebre o agotamiento, y, además, el perfluorocarbono es pariente directo del freón, un conocido agente dañino para el medio ambiente.

En los Estados Unidos, la Food and Drug Administration, entidad responsable del control de los alimentos y los fármacos, ya está experimentando en humanos un producto artificial fruto de la ingeniería genética.

En la Universidad de Cambridge, otro japonés, Kiyoshi Nagai, introdujo en una bacteria los genes humanos que permiten la producción de hemoglobina. Como ya ha ocurrido con otros fármacos, como la insulina sintética o las hormonas del crecimiento, las bacterias se transforman en fábricas inagotables de hemoglobina. Gracias a esta mutación, los colibacilos, ampliamente presentes en las heces, dejan de ser fuentes infecciosas para convertirse en filones del valioso oro rojo. Incluso se intenta transformar en fábricas de sangre a cerdos transgénicos, capaces de producir una hemoglobina mitad humana, mitad porcina.

Una tercera vía, en fase de desarrollo, es el aislamiento de un compuesto químico similar al hem, la sustancia que contiene hierro en la hemoglobina, de forma que se pueda alcanzar un enlace adecuado con el oxígeno. En comparación con los glóbulos rojos naturales, los artificiales absorben mayor cantidad de oxígeno, así que ceden una parte a los primeros. Un porcentaje del oxígeno transportado es trasladado del contenedor artificial al natural, con menor capacidad, por lo que, al final, llega a su destino la misma cantidad. La esperanza para millones de vidas humanas parece estar muy cerca de hacerse realidad.



Liposoma con hemoglobina que libera oxígeno en los tejidos

CUESTIÓN DE TAMAÑO
La síntesis de un compuesto químico similar al hem, el componente de la hemoglobina que se asocia al oxígeno, es una de las vías para desarrollar la sangre artificial. Esta hemoglobina artificial debe ser encapsulada en otras sustancias, de forma que alcance las dimensiones necesarias para poder penetrar en los vasos capilares sin ser expulsada por los riñones.

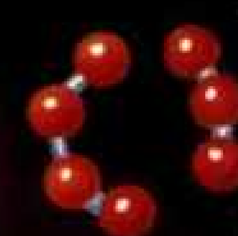
Glóbulo rojo: 8 micrones de diámetro, 2 micrones de espesor



Liposoma (cápsula de sustancias grasas): 0,1 micrones de diámetro



Liposoma con hemoglobina: 0,1 micrones de diámetro



Agrupamiento de hemoglobina: 0,05 micrones de diámetro

Liposoma con hemoglobina que absorbe el oxígeno de los pulmones

Oxígeno

Oxígeno

Membrana de fosfolípidos

Hemoglobina

Hemoglobina asociada al oxígeno

OXÍGENO ENCAPSULADO
El dibujo muestra el comportamiento de la sangre artificial: en los pulmones, la cápsula que contiene la hemoglobina se carga de oxígeno para luego soltarlo en los distintos tejidos del organismo.

NEWTON RESPONDE. Nuestros lectores pueden enviar sus preguntas indicando nombre y dirección a: Revista Newton. Calle Pradillo, 42. 28002 Madrid. Fax: 586 43 14. E-Mail: *newton@el-mundo.es*

¿Me gustaría saber por qué se produce un huevo huero en un embarazo?

Alicia García (Asturias)

El huevo, que es un cigoto, está compuesto por una parte externa (trofoblasto) y una interna (hojas o ecos embrionarios). El huevo huero se produce cuando esta parte interna no existe, es decir, no tiene embrión en su interior, bien porque no lo tuvo nunca o porque, en un estadio muy temprano, ha desaparecido. Sin embargo, el trofoblasto desarrollará igualmente una placenta. La detección de un huevo huero se realiza mediante ecografía y su tratamiento consiste en la evacuación del huevo (aborto).





¿Dónde está situado el Triángulo de las Bermudas y qué podría haber en ese lugar?

Eduardo Díez (Palencia)

El llamado Triángulo de las Bermudas es una zona del Caribe que va desde las islas Bermudas y Ford Lauderdale, en Florida, hasta Cuba y Puerto Rico (ver gráfico). Esta zona del planeta es famosa por la desaparición de docenas de buques, yates y pequeños aviones. Hasta allí se ha desplazado una expedición internacional coordinada por geólogos de la Universidad de Gales, en Cardiff, para estudiar el fenómeno. Los investigadores creen que las perforaciones del fondo marino de las Bermudas podrían esclarecer el misterio que dura ya 50 años. Lejos de ser una acción de extraterrestres, o de otras fuerzas ocultas, cada vez hay más pruebas de que bajo el lecho marino existen grandes cantidades de gas metano helado, lo que puede ser una de las claves. De hecho, si este gas saliera a la superficie causaría una espuma letal y una turbulencia suficiente para hacer que los buques se hundieran e, incluso, podría afectar a pequeños aviones que no volaran muy alto.

Estos yacimientos están formados por el gas que se ha filtrado de la corteza terrestre y que se ha congelado debido a las altas presiones y bajas temperaturas existentes a centenares de metros por debajo del fondo del mar.

Los científicos sospechan que la formación de este gas se debe a la acción de millones de bacterias que viven debajo del lecho marino.

¿Cómo se llega a determinar que los restos de un meteorito pertenecen a Marte?

Alejandro Sarabia (Alicante)

Primeramente se constata que el meteorito procede del Sistema Solar. Los meteoritos sólidos no pertenecen nunca a los grandes planetas, dado que son gaseosos. La composición química de Venus y Marte es muy distinta a la del resto de planetas, aunque entre ellos también existen diferencias geológicas. Este proceso indirecto es el que normalmente se sigue para identificar las piezas, ya que todavía no se puede efectuar un análisis químico directo sobre las mismas debido a que las naves espaciales que han llegado a Marte no han explorado su corteza, limitándose a tomar pequeñas muestras de la superficie.



¿QUÉ SON LAS GALAXIAS DE SEIFERT? Representan una clase menor de galaxias en espiral, caracterizadas por poseer un núcleo muy pequeño y luminoso, y por la posible presencia de agujeros negros. Se dividen en dos tipos: las del primero presentan una gran radiación ultravioleta y de rayos X; las del segundo, emiten rayos infrarrojos y son frías y polvorientas. Se conocen con este nombre como homenaje a su descubridor, el astrónomo norteamericano Carl Seifert (1911-1960).

¿Cuándo se celebrará el final del siglo y del milenio?

José Rodríguez (Oviedo)

Según el Centro Español de Metrología, el 31 de diciembre de 1999, a las 24.00 horas, finalizará el siglo y el milenio. Sin embargo, hay disparidad de criterios. Para el catedrático de Prehistoria Sergio Ripoll, de la UNED, la fecha correcta es el 31 de diciembre del 2000.

¿Cuánto subiría el nivel del mar en todo el planeta si se derritieran los hielos del Polo Sur, y qué consecuencias traería?

Víctor Daniel (Málaga)

Se estima que el nivel del mar aumentaría entre cuatro y seis metros, y la masa de hielo tardaría en reconstruirse más de 1.000 millones de años. Este espectacular fenómeno sólo se produciría en el caso de que ocurriese, a largo plazo, un intenso calentamiento del clima. No obstante, el investigador australiano William de la Mare ha constatado que la capa de hielo que rodea la Antártida disminuyó un 25% entre 1955 y 1973, lo que demuestra que el Polo Sur ya se está empezando a derretir, poniendo de manifiesto los efectos dramáticos que provoca el calentamiento progresivo de nuestro planeta. Según De la Mare, el borde del hielo se movió unos 2,8 grados de latitud hacia el sur, lo que equivale aproximadamente a una reducción de una cuarta parte de su tamaño original. De seguir esta progresión en la reducción del hielo polar, las consecuencias serán nefastas.





¿Qué es un avión Awacs?

Sergio Andrés (León)

Este tipo de aeronave se utiliza en misiones militares. En el exterior, su fuselaje tiene el aspecto de un avión comercial normal, pero en la parte superior lleva un radar con forma redondeada que le distingue perfectamente de los demás aparatos. Sus principales misiones son la vigilancia y el control aéreos de una gran extensión de territorio. Lleva sistemas de escucha altamente sensibles y puede enviar datos a los centros de control de tierra o bien a otros aviones.

¿Quisiera saber las causas por las que pestañeamos?

Mario Amores (Mérida)

Pestañeamos para extender la lágrima, evitando así que el globo ocular se seque. Cuando esta lubricación no se produce de una manera adecuada, puede dar lugar a la aparición de úlceras o infecciones oculares.
Los individuos que tienen el párpado caído sufren los que se llama miastenia. Las personas que padecen hipertiroidismo tienen dificultades para cerrar los párpados. Este movimiento, que contribuye, entre otras cosas, al descanso del ojo es un acto reflejo del cerebro, aunque puede realizarse de forma voluntaria.

Me gustaría tener información sobre una enfermedad llamada acidosis láctica

Jacobo Santana (Las Palmas)



En condiciones normales, el metabolismo del cuerpo humano expulsa anhídrido carbónico y agua a través de la respiración. Pero cuando éste actúa bajo condiciones anaeróbicas (falta de oxígeno) no se produce anhídrido carbónico, sino ácido láctico, mucho más difícil de eliminar. Este se acumula en el organismo, eliminándose por la orina. El ácido láctico está estrechamente relacionado con el ph, un factor constante en el cuerpo humano, cuyos límites deben oscilar entre 7,35 y 7,45.
Cuando este ph se altera, aparece la acidosis láctica. El cuadro clínico más común son las agujetas, es decir, la acumulación de ácido láctico en el músculo, produciendo dolor. El tratamiento consiste básicamente en volver a un equilibrio normal dependiendo de si se trata de una acidosis metabólica, respiratoria o una acidosis combinada.

¿CUÁNDO APARECIÓ LA PÍLDORA ANTICONCEPTIVA? En 1956, Gregory Pincus reprodujo farmacológicamente los resultados de sus estudios sobre el papel de las hormonas en la ovulación. En 1961, salió a la venta.



¿Por qué soñamos?

Alba Pérez (Barcelona)

El acto de soñar es una manifestación fisiológica de las personas como lo puede ser, por ejemplo, el comer. Aunque las investigaciones no han llegado a una conclusión definitiva, se sabe con seguridad que el sueño se produce en la denominada fase 'Rem' (*rapid eye movement*, rápido movimiento del ojo, en español). Esta fase se produce periódicamente mientras dormimos. Por regla general, todos los individuos sueñan entre 100 y 110 minutos, incluso aquellos que nunca recuerdan haberlo hecho.

¿Cuál es el alimento más rico en proteínas y vitaminas?

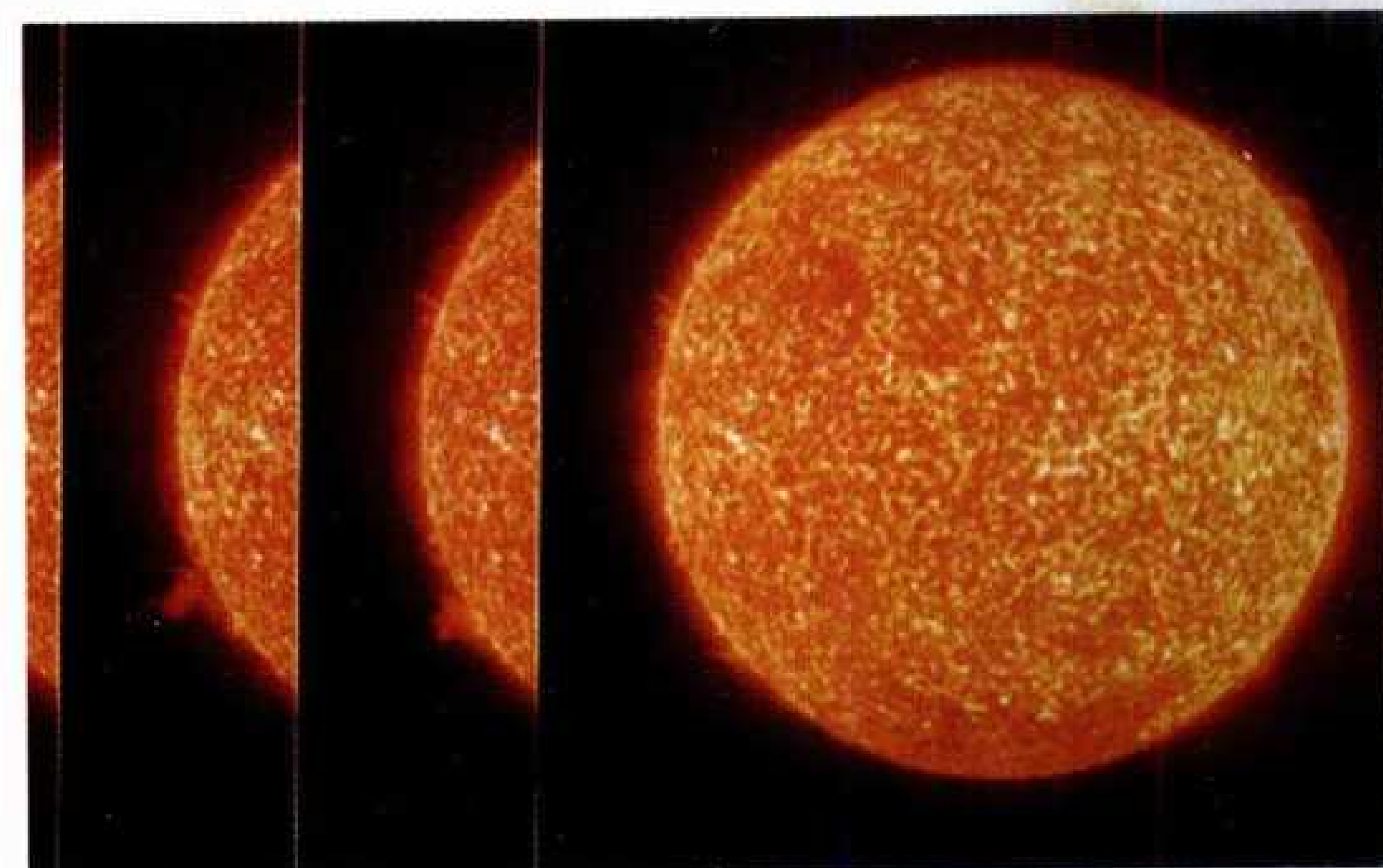
Marisa Domínguez (Segovia)

El alimento que aporta mayor número de nutrientes al organismo es la leche entera. De hecho, en los albores de nuestra vida nos proporciona todos los elementos necesarios para un desarrollo correcto. Pese a ello, carece de tres elementos importantes: hierro, vitamina C y fibra, por lo que a los pocos años de nacer la debemos combinar con otros alimentos que ofrezcan al organismo un equilibrio nutricional de calidad.

¿Cuánto tiempo tardan en llegar a la Tierra la luz y el calor procedentes del Sol?

Maica Domínguez (Huelva)

La luz viaja a 300.000 kilómetros por segundo como una constante en el universo. Ya que el Sol se encuentra a 150 millones de kilómetros de distancia de la Tierra, podemos deducir que su luz tarda en llegar a nuestro planeta 500 segundos (8,5 minutos), con una pequeña variación del 3% en función de la época del año, ya que en julio el Sol está más alejado y en enero más próximo. La velocidad de la luz sólo puede variar si no viaja por el vacío como, por ejemplo, a través de un prisma. El calor y la luz proceden de la misma radiación electromagnética.



¿Qué ocurriría si el agujero de la capa de ozono llegase a ocupar toda la Tierra?

Alberto José Carrillo (Burgos)

Teniendo en cuenta que la capa de ozono funciona como un filtro que protege a todos los seres vivos de nuestro planeta de los dañinos rayos ultravioleta del sol, lo más seguro es que la vida desapareciera si la Tierra se quedase sin ozono.



Me gustaría saber todo sobre la enfermedad de Von Willenbrand

Asdrúbal Garrido (Jaén)

A esta enfermedad también se la conoce como hemofilia vascular, pseudohemofilia tipo B o angiohemofilia. Consiste en un trastorno hereditario que se caracteriza por una coagulación sanguínea muy lenta, a consecuencia de una deficiencia del Factor VIII o Factor antihemofílico. Se trata de una proteína que actúa acelerando la conversión de la protombina en trombina, mediante la formación de tromboplastina (la sustancia que acelera la coagulación de la sangre).

A diferencia de la hemofilia común, la enfermedad de Von Willenbrand produce petequias cutáneas y de las mucosas: hemorragias en la piel o en las mucosas y tejidos subyacentes que, a su vez, ocasionan una intensa coloración rojiza en las zonas afectadas.

Las personas con esta patología pueden padecer hemorragias excesivas en el posparto, durante la menstruación y después de cualquier tipo de lesión, sea traumática o quirúrgica.

Hemofilia vascular
pseudohemofilia